

## **ALIGNER, EXPOSURE METHOD, AND DEVICE-MANUFACTURING METHOD**

Publication number: JP2001345263

**Publication date:** 2001-12-14

**Inventor:** HAYASHI YUTAKA

**Applicant:** NIPPON KOGAKU KK

**Classification:**

**- international:** G03F7/22; G03F7/20; H01L21/027; G03F7/22;  
G03F7/20; H01L21/02; (IPC1-7): H01L21/027;  
G03F7/22

- european: G03F7/20T16; G03F7/20T26

Application number: JP20010089089 20010327

**Priority number(s):** JP20010089089 20010327; JP20000098018 20000331

**Also published as:**



US6633364 (B2)

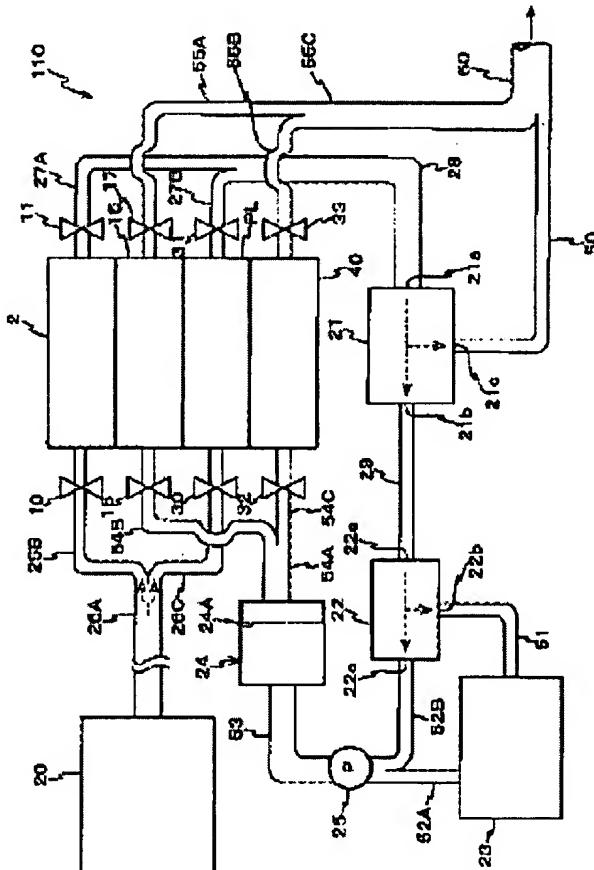


US2001055101 (A1)

**Report a data error here**

## Abstract of JP2001345263

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To maintain the transmittance of exposure light, and at the same time to improve utilization efficiency of a low-absorption gas for inhibiting useless consumption. **SOLUTION:** A gas supply system 120 is provided, where the gas supply system 120 supplies the low-absorption gas having a specific degree of purity to a housing 2 of a lighting optical system and the housing of a projection optical system PL, and at the same time collects gas that is discharged from the chambers (2 and PL) for supplying to a mask chamber 15 for accommodating a mask stage and a substrate chamber 40 for accommodating a substrate stage. The four chambers (2, PL, 15, and 40) are positioned in the light path of the exposure light between a light source and the substrate. As a result, the degree of purity in the low-absorption gas required by each chamber is sufficiently satisfied for maintaining the transmittance of the exposure light, and at the same time the low-absorption gas that is circulated in the chambers (2 and PL) can be utilized as gas for substitution in the chambers (15 and 40), thus improving the utilization efficiency of the low-absorption gas, and hence inhibiting the useless consumption of the low-absorption gas.



Data supplied from the [esp@cenet](mailto:esp@cenet) database - Worldwide

(19)日本国特許庁 (JP)

## (12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-345263

(P 2001-345263 A)

(43)公開日 平成13年12月14日 (2001. 12. 14)

(51) Int.Cl.

H01L 21/027  
G03F 7/22

識別記号

F I

G03F 7/22  
H01L 21/30

テーマコード (参考)

H  
516 F

審査請求 未請求 請求項の数41 O L (全25頁)

(21)出願番号 特願2001-89089 (P 2001-89089)  
 (22)出願日 平成13年3月27日 (2001. 3. 27)  
 (31)優先権主張番号 特願2000-98018 (P 2000-98018)  
 (32)優先日 平成12年3月31日 (2000. 3. 31)  
 (33)優先権主張国 日本 (JP)

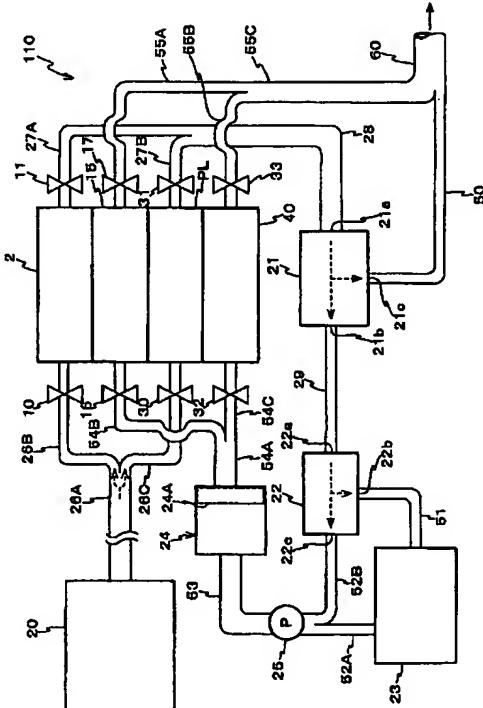
(71)出願人 000004112  
 株式会社ニコン  
 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号  
 (72)発明者 林 豊  
 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株  
 式会社ニコン内  
 (74)代理人 100102901  
 弁理士 立石 篤司

## (54)【発明の名称】露光装置及び露光方法、並びにデバイス製造方法

## (57)【要約】

【課題】 露光光の透過率を維持しつつ、低吸収性ガスの利用効率を向上して無駄な消費を抑制する。

【解決手段】 所定の純度の低吸収性ガスを照明光学系のハウジング2及び投影光学系PLのハウジング内に供給するとともに、これらの部屋(2, PL)から排気されるガスを回収してマスクステージを収納するマスク室15と基板ステージを収納する基板室40に供給する、ガス供給系120を備えている。4つの部屋(2, PL, 15, 40)は、いずれも光源と基板との間の露光光の光路上に位置する。従って、各部屋に要求される低吸収性ガスの純度を十分に満足して露光光の透過率を維持しつつ、部屋(2, PL)内を流通した低吸収性ガスを部屋(15, 40)内の置換用ガスとして利用するので、低吸収性ガスの利用効率を向上することができ、これにより低吸収性ガスの無駄な消費を抑制することができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 エネルギビーム源からのエネルギービームによりマスクを照明し、該マスクのパターンを基板に転写する露光装置であって、

前記エネルギービーム源と前記基板との間の前記エネルギービームの光路上に位置する少なくとも一つの閉空間と；前記エネルギービームが透過する特性を有する特定ガスを、前記閉空間のうちの任意の少なくとも一つである第1室内に供給し、前記第1室から排気されるガスを前記閉空間のうちの任意の少なくとも一つである第2室内に供給するガス供給系とを備える露光装置。

【請求項 2】 前記第1室と前記第2室とは相互に異なることを特徴とする請求項1に記載の露光装置。

【請求項 3】 前記エネルギービーム源と前記基板との間に配置された可動の光学部材と；前記光学部材を駆動する駆動系とを更に備え、

前記エネルギービーム源と前記基板との間に配置された第1光学素子と第2光学素子との間に形成される閉空間が前記第1室を構成し、

前記光学部材及び前記駆動系の少なくとも一部を収容する閉空間が前記第2室を構成することを特徴とする請求項2に記載の露光装置。

【請求項 4】 前記エネルギービーム源からの前記エネルギービームにより前記マスクを照明する照明光学系と；前記マスクを介した前記エネルギービームを前記基板に投射する投影光学系とを更に備え、

前記閉空間として、前記照明光学系のハウジング、前記マスクを保持するマスクステージを収容するマスク室、前記投影光学系のハウジング、及び前記基板を保持する基板ステージを収容する基板室とが設けられ、

前記照明光学系のハウジング、前記投影光学系のハウジングの少なくとも一方が前記第1室を構成し、

前記マスク室と前記基板室との少なくとも一方が前記第2室を構成することを特徴とする請求項2に記載の露光装置。

【請求項 5】 前記ガス供給系は、前記第1室から排気されるガス中の不純物の濃度を監視するとともに、前記不純物の濃度が所定値以上である場合には前記ガスを外部に排気するガス純度監視装置を更に備えることを特徴とする請求項1～4のいずれか一項に記載の露光装置。

【請求項 6】 前記ガス供給系は、前記第1室から排気されるガスを純化して該ガス中の前記特定ガスの純度を上げるガス精製装置を更に備えることを特徴とする請求項5に記載の露光装置。

【請求項 7】 前記ガス供給系は、前記第1室から排気されるガスを分流してその一部を前記ガス精製装置に供給し、該ガス精製装置を通過した前記一部のガスと残りのガスとを合流させるガス供給経路を更に備えることを特徴とする請求項6に記載の露光装置。

【請求項 8】 前記ガス供給系は、前記ガス供給経路を

50 基板ステージを収容する基板室とが設けられ、

経由して合流された前記ガスが供給され、その供給されたガス中の不純物を取り除くケミカルフィルタを有し、前記ガスを所定温度に温度調節する温調装置を更に備えることを特徴とする請求項7に記載の露光装置。

【請求項 9】 前記ガス供給系は、前記ガス精製装置を経由したガス中の不純物を取り除くケミカルフィルタを有し、前記ガスを所定温度に温度調節する温調装置を更に備えることを特徴とする請求項6に記載の露光装置。

【請求項 10】 前記ガス供給系は、前記第1室から排気されるガスを純化して該ガス中の前記特定ガスの純度を上げるガス精製装置を更に備えることを特徴とする請求項1～4のいずれか一項に記載の露光装置。

【請求項 11】 前記ガス供給系は、前記第1室から排気されるガスを分流してその一部を前記ガス精製装置に供給し、該ガス精製装置を通過した前記一部のガスと残りのガスとを合流させるガス供給経路を更に備えることを特徴とする請求項10に記載の露光装置。

【請求項 12】 前記ガス供給系は、前記ガス供給経路を経由して合流された前記ガスが供給され、その供給されたガス中の不純物を取り除くケミカルフィルタを有し、前記ガスを所定温度に温度調節する温調装置を更に備えることを特徴とする請求項11に記載の露光装置。

【請求項 13】 前記ガス供給系は、前記第1室から排気されるガス中の不純物を取り除くケミカルフィルタを有し、前記ガスを所定温度に温度調節する温調装置を更に備えることを特徴とする請求項1～4のいずれか一項に記載の露光装置。

【請求項 14】 前記第1室及び前記第2室は、外部に対して気密状態とされた気密室であることを特徴とする請求項1～13のいずれか一項に記載の露光装置。

【請求項 15】 前記第1室と前記第2室とは同一であることを特徴とする請求項1に記載の露光装置。

【請求項 16】 前記ガス供給系は、前記第1室に対して、前記特定ガスを、その純度を所定の範囲内に維持しつつ外部から補充しつつ供給するとともに、前記第1室から排気されるガスを回収して前記第2室に供給するガス循環系であることを特徴とする請求項1に記載の露光装置。

【請求項 17】 前記第1室と前記第2室とは相互に異なることを特徴とする請求項16に記載の露光装置。

【請求項 18】 前記第1室と前記第2室とは同一であることを特徴とする請求項16に記載の露光装置。

【請求項 19】 前記エネルギービーム源からの前記エネルギービームにより前記マスクを照明する照明光学系と；前記マスクを介した前記エネルギービームを前記基板に投射する投影光学系とを更に備え、

前記閉空間として、前記照明光学系のハウジング、前記マスクを保持するマスクステージを収容するマスク室、前記投影光学系のハウジング、及び前記基板を保持する基板ステージを収容する基板室とが設けられ、

前記第1室及び前記第2室は、前記マスク室、前記基板室、前記照明光学系のハウジング、及び前記投影光学系のハウジングのいずれかによって形成されていることを特徴とする請求項16～18のいずれか一項に記載の露光装置。

【請求項20】 前記ガス循環系は、前記第2室から排気されるガスの戻り量に応じて、前記特定ガスを外部から補充しつつその純度を所定の範囲内に維持して前記第1室に供給するガス循環装置を備えることを特徴とする請求項16～19のいずれか一項に記載の露光装置。

【請求項21】 前記ガス循環系は、前記第1室内のガスを前記特定ガスに置換する初期ガス置換作業時に、前記第1室から排気されるガス中の不純物が所定の濃度未満となるまでの間は、前記ガスを回収することなく外部に排気することを特徴とする請求項16～20のいずれか一項に記載の露光装置。

【請求項22】 前記ガス循環系は、前記初期ガス置換作業時に、当該初期ガス置換作業の開始から所定時間の経過により前記ガス中の不純物が所定の濃度未満となつたと判断する判断装置を含むことを特徴とする請求項21に記載の露光装置。

【請求項23】 前記ガス循環系は、前記ガス中の不純物の濃度及び前記特定ガスの濃度の少なくとも一方を検出する濃度検出器を有し、前記初期ガス置換作業時に、前記濃度検出器の出力に基づいて前記ガス中の不純物が所定の濃度未満となつたと判断する判断装置を含むことを特徴とする請求項21に記載の露光装置。

【請求項24】 前記ガス循環系は、前記第1室から排気されるガス中の不純物の濃度を監視するとともに、前記不純物の濃度が所定値以上である場合には前記ガスを外部に排気するガス純度監視装置を更に備えることを特徴とする請求項16～19のいずれか一項に記載の露光装置。

【請求項25】 前記ガス循環系は、前記第1室から回収されるガスを純化して該ガス中の前記特定ガスの純度を上げるガス精製装置を更に備えることを特徴とする請求項24に記載の露光装置。

【請求項26】 前記ガス循環系は、前記ガス精製装置を経由したガス中の不純物を取り除くケミカルフィルタを有し、前記ガスを所定温度に温度調節する温調装置を更に備えることを特徴とする請求項25に記載の露光装置。

【請求項27】 前記ガス循環系は、前記第1室から回収されるガスを分流してその一部を前記ガス精製装置に供給し、該ガス精製装置を通過した前記一部のガスと残りのガスとを合流させるガス供給経路を更に備えることを特徴とする請求項25に記載の露光装置。

【請求項28】 前記ガス循環系は、前記ガス供給経路を経由して合流された前記ガスが供給され、その供給されたガス中の不純物を取り除くケミカルフィルタを有

し、前記ガスを所定温度に温度調節する温調装置を更に備えることを特徴とする請求項27に記載の露光装置。

【請求項29】 前記ガス循環系は、前記第1室から回収されるガスを純化して該ガス中の前記特定ガスの純度を上げるガス精製装置を更に備えることを特徴とする請求項16～19のいずれか一項に記載の露光装置。

【請求項30】 前記ガス循環系は、前記第1室から回収されるガスを分流してその一部を前記ガス精製装置に供給し、該ガス精製装置を通過した前記一部のガスと残りのガスとを合流させるガス供給経路を更に備えることを特徴とする請求項29に記載の露光装置。

【請求項31】 前記ガス循環系は、前記ガス供給経路を経由して合流された前記ガスが供給され、その供給されたガス中の不純物を取り除くケミカルフィルタを有し、前記ガスを所定温度に温度調節する温調装置を更に備えることを特徴とする請求項30に記載の露光装置。

【請求項32】 前記ガス循環系は、前記第1室から回収されるガス中の不純物を取り除くケミカルフィルタを有し、前記ガスを所定温度に温度調節する温調装置を更に備えることを特徴とする請求項16～19のいずれか一項に記載の露光装置。

【請求項33】 前記第1室及び前記第2室は、外部に対して気密状態とされた気密室であることを特徴とする請求項16～32のいずれか一項に記載の露光装置。

【請求項34】 リソグラフィ工程を含むデバイス製造方法であって、前記リソグラフィ工程では、請求項1～33のいずれか一項に記載の露光装置を用いて露光を行うことを特徴とするデバイス製造方法。

【請求項35】 エネルギビーム源からのエネルギーによりマスクを照明し、該マスクのパターンを基板に転写する露光方法であって、前記エネルギー源と前記基板との間に前記エネルギーの光路上に位置する少なくとも一つの閉空間のうちの任意の少なくとも一つである第1室に、前記エネルギーが透過する特性を有する特定ガスを供給し、

前記第1室から内部ガスを排気し、  
前記第1室から排気されるガスを前記閉空間のうちの任意の少なくとも一つである第2室内に供給することを特徴とする露光方法。

【請求項36】 前記第1室と前記第2室とは相互に異なることを特徴とする請求項35に記載の露光方法。

【請求項37】 前記第1室は、前記エネルギー源と前記基板との間に配置された第1光学素子と第2光学素子との間に形成される閉空間であり、

前記第2室は、前記エネルギー源と前記基板との間に配置された可動の光学部材及び該可動の光学部材を駆動する駆動系の少なくとも一部を収容する閉空間であることを特徴とする請求項36に記載の露光方法。

【請求項38】 前記第1室は、前記エネルギー源からの前記エネルギーにより前記マスクを照明する

照明光学系、前記マスクを介した前記エネルギー ピームを前記基板に投射する投影光学系の少なくとも一方を収容するハウジングであり、

前記第2室は、前記マスクを保持するマスクステージを収容するマスク室、前記基板を保持する基板ステージを収容する基板室の少なくとも一方であることを特徴とする請求項36に記載の露光方法。

【請求項39】前記第1室から排気されるガス中の不純物の濃度を監視するとともに、前記不純物の濃度が所定値以上である場合には前記ガスを外部に排気することを特徴とする請求項35～38のいずれか一項に記載の露光方法。

【請求項40】前記第1室から排気されるガスを純化して該ガス中の前記特定ガスの純度を上げることを特徴とする請求項35～39のいずれか一項に記載の露光方法。

【請求項41】前記第1室に対して、前記特定ガスを、その純度を所定の範囲内に維持し、かつ外部から補充しつつ供給するとともに、前記第1室から排気されるガスを回収して前記第2室に供給することを特徴とする請求項35～38のいずれか一項に記載の露光方法。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、露光装置及び露光方法、並びにデバイス製造方法に係り、更に詳しくは、半導体素子等を製造する際にリソグラフィ工程で用いられる露光装置及び露光方法、並びに前記露光装置を用いるデバイス製造方法に関する。

##### 【0002】

【従来の技術】従来より、半導体素子等の製造におけるリソグラフィ工程では、種々の露光装置が用いられている。近年では、形成すべきパターンを4～5倍程度に比例拡大して形成したマスク（レチクルとも呼ばれる）のパターンを、投影光学系を介してウエハ等の被露光基板上に縮小転写するステップ・アンド・リピート方式の縮小投影露光装置（いわゆるステッパ）や、このステッパに改良を加えたステップ・アンド・スキャン方式の走査型投影露光装置（いわゆるスキャニング・ステッパ）等の投影露光装置が、主流となっている。

【0003】これらの露光装置では、集積回路の微細化に対応して高解像度を実現するため、その露光波長を、より短波長側にシフトしてきた。最近では、露光波長はArFエキシマレーザの193nmが実用化段階となっているが、より短波長の波長157nmのF<sub>2</sub>レーザ光や、波長126nmのAr<sub>2</sub>レーザ光を使用する露光装置も、開発されている。

【0004】ArFエキシマレーザ光、F<sub>2</sub>レーザ光あるいはAr<sub>2</sub>レーザ光などの波長200nm～120nmの帯域に属する真空紫外と呼ばれる波長域の光束は、光学ガラスの透過率が悪く、使用可能な硝材は、ホタル

10

石やフッ化マグネシウム、フッ化リチウム等のフッ化物結晶に限定される。また、真空紫外光は、光路中に存在する酸素や水蒸気、炭化水素ガス等（以下、「吸収性ガス」と称する）による吸収も極めて大きく、また、光学素子表面に有機系の汚染物質や水等が付着した場合にそれらの汚染物質による吸収も大きい。そのため、露光光が通る光路上の空間中の上記有機系の汚染物質、水、及び吸収性ガス等の不純物の濃度を数ppm以下の濃度にまで下げるべく、その光路上の空間中の気体を、吸収の少ない、窒素や、ヘリウム等の不活性ガス（以下、「低吸収性ガス」と称する）で置換する必要がある。

20

【0005】ArFエキシマレーザ露光装置やF<sub>2</sub>レーザ露光装置などにおける設計上のコンセプトとして、光源からウエハに至るまでの露光光の光路から吸収性ガスを極力排除するため、照明光学系、投影光学系を構成する光学素子と同様に、レチクルステージやウエハステージを筐体で覆い、それぞれの筐体内を独立した部屋として構成し、各部屋の内部の気体を高純度の低吸収性ガス、例えは窒素あるいはヘリウムなどで置換する考えがある。

20

【0006】かかる場合に、これまでには、高純度の低吸収性ガスを各部屋に流し、その内部を流通して排気されたガス（少なくともガス中の窒素等の純度が不純物（吸収性ガス、有機物など）の影響により低下したガス）はそのまま外部に排気するか、少なくとも一部を保存用として回収するかのいずれかの考えが採用されていた。

30

【0007】また、全ての部屋に並行的に高純度の低吸収性ガスを供給する考えが採用されていた。

30

##### 【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述したように、各部屋を流通して排気された純度の低下したガスを外部に排気する、あるいはその一部を保存用として回収するという方法では、大部分のガスは再利用されずに捨てられるか回収されて保存されるだけである。また、複数の部屋に並行的に高純度の低吸収性ガス等を供給する場合には、高純度の低吸収性ガスの使用量が大変多くなる。

40

【0009】このような理由により、上述したコンセプトでは、高価な窒素ガスや更に高価なヘリウムガスなどを大量に消費しなければならなくなり、コスト面での負担が大きく、これが半導体素子等の製造コストを上昇させる要因となってしまう。

40

【0010】この一方、単に低吸収性ガスの使用量、すなわち各部屋に送り込むガスの量を減らしたのでは、光路中の不純物の濃度が上昇して結果的に露光光の透過率低下を招き、これが露光不良の要因となる。

50

【0011】本発明は、かかる事情の下になされたもので、その第1の目的は、露光光の透過率を維持しつつ、低吸収性ガスの利用効率を向上して無駄な消費を抑制することが可能な露光装置及び露光方法を提供することに

ある。

【0012】また、本発明の第2の目的は、デバイスの生産性を向上することができるデバイス製造方法を提供することにある。

【0013】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の露光装置は、エネルギービーム源からのエネルギービーム(EL)よりマスク(R)を照明し、該マスクのパターンを基板(W)に転写する露光装置であって、前記エネルギービーム源と前記基板との間の前記エネルギービームの光路上に位置する少なくとも一つの閉空間と；前記エネルギービームが透過する特性を有する特定ガスを、前記閉空間のうちの任意の少なくとも一つである第1室内に供給し、前記第1室から排気されるガスを、前記閉空間のうちの任意の少なくとも一つである第2室内に供給するガス供給系(110又は120)と；を備える露光装置である。

【0014】本明細書において、閉空間とは、外部に対して気密状態とされた空間の他、厳密な意味で気密状態とされてはいない閉じた空間をも含む概念である。

【0015】これによれば、ガス供給系により、所定の純度の特定ガスが第1室内に供給されるとともに、該第1室から排気されるガスが第2室内に供給される。この場合、第1室内を流通して該第1室内における脱ガス等により純度が幾分低下した特定ガスが第2室に置換ガスとして供給される。このため、例えば、第1室内に高純度の特定ガスを供給し、少なくとも第2室として内部のエネルギービームの光路が比較的短く、光路中に存在する空気その他の不純物等によるエネルギービームの吸収による透過率の低下の影響が殆ど問題とならない部屋を設定することにより、第1室及び第2室に要求される特定ガスの純度を十分に満足してエネルギービーム(露光光)の透過率を維持することができる。また、第1室内を流通した特定ガスを外部に排気することなく、第2室の置換用ガスとして利用するので、特定ガスの利用効率を向上することができ、これにより特定ガス(低吸収性ガス)の無駄な消費を抑制することができる。

【0016】この場合において、請求項2に記載の露光装置の如く、前記第1室と前記第2室とは相互に異なることとすることができます。

【0017】この場合において、請求項3に記載の露光装置の如く、前記エネルギービーム源と前記基板との間に配置された可動の光学部材と；前記光学部材を駆動する駆動系とを更に備える場合には、前記エネルギービーム源と前記基板との間に配置された第1光学素子と第2光学素子との間に形成される閉空間が前記第1室を構成し、前記光学部材及び前記駆動系の少なくとも一部を収容する閉空間が前記第2室を構成することと/orすることができる。ここで、第1室は光路上に存在する光学素子相互間に形成されるので、その内部を特定ガスでバージする主目的は、不純物を極力排除することである。このため、

10

20

30

40

50

第1室内に供給される特定ガスは高純度であることが要求される。これに対し、可動の光学部材及び駆動系の少なくとも一部を収容する第2室内を特定ガスでバージする主目的は、可動部から発生した塵(パーティクル)等の不純物を外部に排出することである。このため、第2室内に供給される特定ガスは、第1室に比べて純度の低い特定ガスであっても良い。従って、ガス供給系により、第1室内に供給されるとともに、該第1室から排気されるガスが光学部材及び駆動系の少なくとも一部を収容する第2室内に供給されることにより、各室に要求される特定ガスの純度を十分に満足しつつ、第1及び第2室内のエネルギービーム(露光光)の透過率を維持することができる。

【0018】上記請求項2に記載の露光装置において、請求項4に記載の露光装置の如く、前記エネルギービーム源からの前記エネルギービームにより前記マスクを照明する照明光学系(IOP)と；前記マスクを介した前記エネルギービームを前記基板に投射する投影光学系(PL)と；を更に備える場合に、前記閉空間として、前記照明光学系のハウジング、前記マスクを保持するマスクステージ(14)を収容するマスク室(15)、前記投影光学系のハウジング、及び前記基板を保持する基板ステージを収容する基板室(40)とが設けられ、前記照明光学系のハウジング、前記投影光学系のハウジングの少なくとも一方が前記第1室を構成し、前記マスク室と前記基板室との少なくとも一方が前記第2室を構成することと/orすることができる。ここで、照明光学系のハウジング、投影光学系のハウジング(鏡筒)、マスク室、及び基板室それぞれの内部ガスを特定ガスに置換する場合に、それぞれの部屋内で許容できるガス中の不純物の濃度、換言すればそれぞれの部屋の置換用ガスとして要求される特定ガスの純度は一律ではない。すなわち、照明光の光路が長く、レンズ等の光学素子が多数含まれる照明光学系や投影光学系では、その内部の光路上から不純物を排除するため、その内部を非常に高純度の特定ガスで満たさなければならないのに対し、マスク室や基板室内では、多少の不純物が存在してもその光路が短いため、その影響はそれほど大きくなない。従って、ガス供給系により所定純度の特定ガスが照明光学系のハウジング及び投影光学系のハウジングの少なくとも一方である第1室内に供給され、該第1室内を流通して該部屋内における脱ガス等により純度が幾分低下した特定ガスがマスク室と基板室との少なくとも一方である第2室に置換ガスとして供給されることにより、各室に要求される特定ガスの純度を十分に満足しつつ、第1及び第2室内のエネルギービーム(露光光)の透過率を維持することができる。

【0019】上記請求項1～4に記載の各露光装置において、請求項5に記載の露光装置の如く、前記ガス供給系は、前記第1室から排気されるガス中の不純物の濃度

を監視するとともに、前記不純物の濃度が所定値以上である場合には前記ガスを外部に排気するガス純度監視装置（21）を更に備えることとすることができる。かかる場合には、ガス純度監視装置により、第1室から排気されるガス中の不純物の濃度が監視され、不純物の濃度が所定値以上である場合、ガスは外部に排気されるので、不純物の濃度があるレベル以上高いガスが第2室に供給されることがない。

【0020】この場合において、請求項6に記載に露光装置の如く、前記ガス供給系は、前記第1室から排気されるガスを純化して該ガス中の前記特定ガスの純度を上げるガス精製装置（23）を更に備えることとすることができる。かかる場合には、ガス精製装置により、第1室から排気されるガスが純化され、該ガス中の前記特定ガスの純度が上げられる（元の純度に近づけられる）。また、この場合、ガス純度監視装置の存在によりガス生成装置の寿命が長く維持される。

【0021】この場合において、請求項7に記載の露光装置の如く、前記ガス供給系は、前記第1室から排気されるガスを分流してその一部を前記ガス精製装置に供給し、該ガス精製装置を通過した前記一部のガスと残りのガスとを合流させるガス供給経路（22、28、29、51、52A、52B）を更に備えることとすることができる。かかる場合には、ガス供給経路により、第1室から排気されるガスが分流され、その一部がガス精製装置に供給され、該ガス精製装置を通過することにより純度が高められたその一部のガスと残りのガスとが合流された後、第2室に供給される。このため、第2室内に供給される特定ガスの純度を不要に低下させることなく、第1室から排気される全てのガスがガス精製装置に供給される場合に比べて、ガス精製装置の寿命を延ばすことができる。

【0022】この場合において、請求項8に記載の露光装置の如く、前記ガス供給系は、前記ガス供給経路を経由して合流された前記ガスが供給され、その供給されたガス中の不純物を取り除くケミカルフィルタを有し、前記ガスを所定温度に温度調節する温調装置（24）を更に備えることとすることができる。かかる場合には、ガス精製装置により純度が上げられ、残りのガスとが合流により僅かに純度が低下したガスが温調装置に供給され、その供給されたガス中の不純物がケミカルフィルタにより取り除かれるとともに、温調装置により所定温度に温度調節されて第2室内に供給される。従って、第2室内には、化学的な不純物が取り除かれ温度調節がなされた比較的純度の高い特定ガスが供給される。従って、第2室内におけるエネルギービーム（露光光）透過率の低下を一層効果的に抑制することができます。

【0023】上記請求項6に記載の露光装置では、請求項9に記載の露光装置の如く、前記ガス供給系は、前記ガス精製装置を経由したガス中の不純物を取り除くケミ

カルフィルタを有し、前記ガスを所定温度に温度調節する温調装置を更に備えることとすることができる。

【0024】上記請求項1～4に記載に各露光装置において、請求項10に記載の露光装置の如く、前記ガス供給系は、前記第1室から排気されるガスを純化して該ガス中の前記特定ガスの純度を上げるガス精製装置を更に備えることとすることができる。

【0025】この場合において、請求項11に記載の露光装置の如く、前記ガス供給系は、前記第1室から排気されるガスを分流してその一部を前記ガス精製装置に供給し、該ガス精製装置を通過した前記一部のガスと残りのガスとを合流させるガス供給経路を更に備えることとすることができる。

【0026】この場合において、請求項12に記載の露光装置の如く、前記ガス供給系は、前記ガス供給経路を経由して合流された前記ガスが供給され、その供給されたガス中の不純物を取り除くケミカルフィルタを有し、前記ガスを所定温度に温度調節する温調装置を更に備えることとすることができる。

【0027】上記請求項1～4に記載の各露光装置において、請求項13に記載の露光装置の如く、前記ガス供給系は、前記第1室から排気されるガス中の不純物を取り除くケミカルフィルタを有し、前記ガスを所定温度に温度調節する温調装置を更に備えることとすることができる。

【0028】上記請求項1～13に記載の各露光装置において、請求項14に記載の露光装置の如く、前記第1室及び前記第2室は、外部に対して気密状態とされた気密室であることが望ましい。かかる場合には、各室に対して外部から不純物を含む気体が混入するおそれがない。但し、第1室及び第2室は必ずしも気密室である必要はない。

【0029】上記請求項1に記載の露光装置において、請求項15に記載の露光装置の如く、前記第1室と前記第2室とは同一であることとすることができる。

【0030】上記請求項1に記載の露光装置において、請求項16に記載の露光装置の如く、前記ガス供給系は、前記第1室に対して、前記特定ガスを、その純度を所定の範囲内に維持しつつ外部から補充しつつ供給するとともに、前記第1室から排気されるガスを回収して前記第2室に供給するガス循環系（120）であることとすることができる。かかる場合には、ガス循環系が、特定ガスを、その純度を所定の範囲内に維持しつつ外部から補充しつつ、エネルギービーム源と基板との間のエネルギービームの光路上に位置する第1室に供給し、該第1室から排気されるガスを回収してエネルギービーム源と前記基板との間に形成される前記第2室に供給する。

【0031】この場合において、請求項17に記載の露光装置の如く、前記第1室と前記第2室とは相互に異なっても良いし、請求項18に記載の露光装置の如

く、前記第1室と前記第2室とは同一であっても良い。このため、特定ガスの大部分が同一若しくは異なる閉空間内で再利用されることとなり、特定ガス（低吸収性ガス）の利用効率を向上して無駄な消費を抑制することができる。また、ガス循環系により、第1室に供給される特定ガスの純度は所定の範囲内に維持されているので、第1室内でのエネルギービーム（露光光）透過率の低下も防止することができる。

【0032】上記請求項16～18に記載の各露光装置において、第1室及び第2室の内、少なくとも第1室は、エネルギービームの光路上に存在する光学素子（例えばレンズ、ミラー等）の相互間の空間等であっても良いが、請求項19に記載の露光装置の如く、前記エネルギービーム源からの前記エネルギービームにより前記マスクを照明する照明光学系（IOP）と；前記マスクを介した前記エネルギービームを前記基板に投射する投影光学系（PL）と；を更に備える場合には、前記閉空間として、前記照明光学系のハウジング、前記マスクを保持するマスクステージを収容するマスク室、前記投影光学系のハウジング、及び前記基板を保持する基板ステージを収容する基板室とが設けられ、前記第1室及び前記第2室は、前記マスク室、前記基板室、前記照明光学系のハウジング、及び前記投影光学系のハウジングのいずれかによって形成されていることとすることができる。

【0033】上記請求項16～19に記載の各露光装置において、請求項20に記載の露光装置の如く、前記ガス循環系は、前記第2室から排気されるガスの戻り量に応じて、前記特定ガスを外部から補充しつつその純度を所定の範囲内に維持して前記第1室に供給するガス循環装置を備えることとすることができる。

【0034】上記請求項16～20に記載の各露光装置において、請求項21に記載の露光装置の如く、前記ガス循環系は、前記第1室のガスを前記特定ガスに置換する初期ガス置換作業時に、前記第1室から排気されるガス中の不純物が所定の濃度未満となるまでの間は、前記ガスを回収することなく外部に排気することとができる。かかる場合には、ガス循環系は、第1室内のガス（酸素等の吸収性ガスを多く含むガス）を特定ガスに置換する初期ガス置換作業時に、第1室から排気されるガス中の不純物が所定の濃度未満となるまでの間は、ガスを回収することなく外部に排気する。このため、第1室から排気されるガス中の不純物（吸収性ガス等）の濃度が高いときには、ガス循環系によりガスが外部に排気されるので、第2室内に供給される特定ガスの純度を極端に悪化せることなく、第2室内でのエネルギービーム（露光光）の透過率の低下を抑制することができる。

【0035】この場合において、請求項22に記載の露光装置の如く、前記ガス循環系は、前記初期ガス置換作業時に、当該初期ガス置換作業の開始から所定時間の経

過により前記ガス中の不純物が所定の濃度未満となったと判断する判断装置を含むこととができる。あるいは、請求項23に記載の露光装置の如く、前記ガス循環系が、前記ガス中の不純物の濃度及び前記特定ガスの濃度の少なくとも一方を検出する濃度検出器を有する場合には、前記初期ガス置換作業時に、前記濃度検出器の出力に基づいて前記ガス中の不純物が所定の濃度未満となったと判断する判断装置を含むこととができる。

10 【0036】上記請求項16～19に記載の各露光装置において、請求項24に記載の露光装置の如く、前記ガス循環系は、前記第1室から排気されるガス中の不純物の濃度を監視するとともに、前記不純物の濃度が所定値以上である場合には前記ガスを外部に排気するガス純度監視装置を更に備えることとすることができる。かかる場合には、第1室から回収されるガス中の不純物の濃度がガス純度監視装置により監視され、不純物の濃度が所定値以上である場合にはガスが外部に排気される一方、不純物の濃度が所定値未満の場合には第2室に再び供給される。従って、第1室から排気されるガス中の不純物の濃度が低いときには、そのガスが第2室の置換ガスとして再利用されるので、特定ガス（低吸収性ガス）の利用効率を向上して無駄な消費を抑制することができる。一方、第1室から排気されるガス中の不純物の濃度が高いときには、そのガスは外部に排気されるので、第2室内に供給される特定ガスの純度が不要に低下することはなく、第2室でのエネルギービーム（露光光）の透過率の低下も防止することができる。

30 【0037】この場合において、請求項25に記載の露光装置の如く、前記ガス循環系は、前記第1室から回収されるガスを純化して該ガス中の前記特定ガスの純度を上げるガス精製装置を更に備えることとすることができる。かかる場合には、第1室から排気されるガスが、ガス精製装置により回収されて純化され、該ガス中の特定ガスの純度が上げられる（元の純度に近づけられる）。

【0038】この場合において、請求項26に記載の露光装置の如く、前記ガス循環系は、前記ガス精製装置を経由したガス中の不純物を取り除くケミカルフィルタを有し、前記ガスを所定温度に温度調節する温調装置を更に備えることとすることができる。あるいは、請求項27に記載の露光装置の如く、前記ガス循環系は、前記第1室から回収されるガスを分流してその一部を前記ガス精製装置に供給し、該ガス精製装置を通過した前記一部のガスと残りのガスとを合流させるガス供給経路を更に備えることとすることができる。かかる場合には、ガス供給経路により、第1室から回収されるガスが分流され、その一部がガス精製装置に供給され、該ガス精製装置を通過することにより純度が高められたその一部のガスと残りのガスとが合流された後第2室内に供給される。このため、第2室内に供給される特定ガスの純度を

不要に低下させることなく、第1室から回収される全てのガスがガス精製装置に供給される場合に比べて、ガス精製装置の寿命を延ばすことができる。

【0039】この場合において、請求項28に記載の露光装置の如く、前記ガス循環系は、前記ガス供給経路を経由して合流された前記ガスが供給され、その供給されたガス中の不純物を取り除くケミカルフィルタを有し、前記ガスを所定温度に温度調節する温調装置を更に備えることとすることができる。かかる場合には、ガス精製装置により純度が上げられ、残りのガスとが合流により僅かに純度が低下したガスが温調装置に供給され、その供給されたガス中の不純物がケミカルフィルタにより取り除かれるとともに、温調装置により所定温度に温度調節されて第2室内に供給される。従って、第2室内には、化学的な不純物が取り除かれ温度調節がなされた比較的純度の高い特定ガスが供給される。

【0040】上記請求項16～19に記載の各露光装置において、請求項29に記載の露光装置の如く、前記ガス循環系は、前記第1室から回収されるガスを純化して該ガス中の前記特定ガスの純度を上げるガス精製装置を更に備えることとすることができる。

【0041】この場合において、請求項30に記載の露光装置の如く、前記ガス循環系は、前記第1室から回収されるガスを分流してその一部を前記ガス精製装置に供給し、該ガス精製装置を通過した前記一部のガスと残りのガスとを合流させるガス供給経路を更に備えることとすることができる。

【0042】この場合において、請求項31に記載の露光装置の如く、前記ガス循環系は、前記ガス供給経路を経由して合流された前記ガスが供給され、その供給されたガス中の不純物を取り除くケミカルフィルタを有し、前記ガスを所定温度に温度調節する温調装置を更に備えることとすることができる。

【0043】上記請求項16～19に記載の各露光装置において、請求項32に記載の露光装置の如く、前記ガス循環系は、前記第1室から回収されるガス中の不純物を取り除くケミカルフィルタを有し、前記ガスを所定温度に温度調節する温調装置を更に備えることとすることができる。

【0044】上記請求項16～32に記載の各露光装置において、請求項33に記載の露光装置の如く、前記第1室及び前記第2室は、外部に対して気密状態とされた気密室であることとすることができる。

【0045】請求項34に記載のデバイス製造方法は、リソグラフィ工程を含むデバイス製造方法であって、前記リソグラフィ工程では、請求項1～33のいずれか一項に記載の露光装置を用いて露光を行うことを特徴とする。

【0046】これによれば、リソグラフィ工程において、請求項1～33に記載の各露光装置を用いて露光を

行うことにより、エネルギー빔（露光光）の透過率を維持して高精度な露光量制御を長期間維持することができるとともに、特定ガス（低吸収性ガス）の使用量を低減できる。従って、デバイスの歩留まりを低下させることなく、ランニングコストを低減できるので、結果的にデバイスの生産性を向上させることができる。

【0047】請求項35に記載の露光方法は、エネルギー빔源からのエネルギー빔によりマスクを照明し、該マスクのパターンを基板に転写する露光方法であつて、前記エネルギー빔源と前記基板との間の前記エネルギー빔の光路上に位置する少なくとも一つの閉空間のうちの任意の少なくとも一つである第1室に、前記エネルギー빔が透過する特性を有する特定ガスを供給し、前記第1室から内部ガスを排気し、前記第1室から排気されるガスを前記閉空間のうちの任意の少なくとも一つである第2室内に供給することを特徴とする露光方法である。

【0048】これによれば、所定の純度の特定ガスが第1室内に供給されるとともに、該第1室から排気されるガスが第2室内に供給される。この場合、第1室内を流通して該第1室内における脱ガス等により純度が幾分低下した特定ガスが回収されて第2室に置換ガスとして供給される。このため、例えば、第1室内に高純度の特定ガスを供給し、少なくとも第2室として内部のエネルギー빔の光路が比較的短く、光路中に存在する空気その他の不純物等によるエネルギー빔の吸収による透過率の低下の影響が殆ど問題とならない部屋を設定することにより、第1室及び第2室に要求される特定ガスの純度を十分に満足してエネルギー빔（露光光）の透過率を維持することができる。また、第1室内を流通した特定ガスを外部に排気することなく、第2室の置換用ガスとして利用するので、特定ガスの利用効率を向上することができ、これにより特定ガス（低吸収性ガス）の無駄な消費を抑制することができる。

【0049】この場合において、請求項36に記載の露光方法の如く、前記第1室と前記第2室とは相互に異なることとすることができる。

【0050】この場合において、請求項37に記載の露光方法の如く、前記第1室は、前記エネルギー빔源と前記基板との間に配置された第1光学素子と第2光学素子との間に形成される閉空間であり、前記第2室は、前記エネルギー빔源と前記基板との間に配置された可動の光学部材及び該可動の光学部材を駆動する駆動系の少なくとも一部を収容する閉空間であることとすることができる。

【0051】上記請求項36に記載の露光方法において、請求項38に記載の露光方法の如く、前記第1室は、前記エネルギー빔源からの前記エネルギー빔により前記マスクを照明する照明光学系、前記マスクを介して前記エネルギー빔を前記基板に投射する投影光学

系の少なくとも一方を収容するハウジングであり、前記第2室は、前記マスクを保持するマスクステージを収容するマスク室、前記基板を保持する基板ステージを収容する基板室の少なくとも一方であることとすることができる。

【0052】上記請求項35～38に記載の各露光方法において、請求項39に記載の露光方法の如く、前記第1室から排気されるガス中の不純物の濃度を監視するとともに、前記不純物の濃度が所定値以上である場合には前記ガスを外部に排気することとことができる。

【0053】上記請求項35～39に記載の各露光方法において、請求項40に記載の露光方法の如く、前記第1室から排気されるガスを純化して該ガス中の前記特定ガスの純度を上げることとができる。

【0054】上記請求項35～38に記載の各露光方法において、請求項41に記載の露光方法の如く、前記第1室に対して、前記特定ガスを、その純度を所定の範囲内に維持し、かつ外部から補充しつつ供給するとともに、前記第1室から排気されるガスを回収して前記第2室に供給することとができる。

#### 【0055】

【発明の実施の形態】《第1の実施形態》以下、本発明の第1の実施形態を図1～図3に基づいて説明する。図1には、第1の実施形態の露光装置の構成が概略的に示されている。この露光装置100は、エネルギービームとしての真空紫外域の照明光ELをマスクとしてのレチクルRに照射して、該レチクルRと基板としてのウェハWとを所定の走査方向（ここでは、X軸方向とする）に相対走査してレチクルRのパターンを投影光学系PLを介してウェハW上に転写するステップ・アンド・スキャン方式の投影露光装置、すなわちいわゆるスキャニング・ステッパーである。

【0056】この露光装置100は、エネルギービーム源としての光源1及び照明光学系IOPを含み、露光用の照明光（以下、「露光光」と呼ぶ）ELによりレチクルRを照明する照明系、レチクルRを保持するマスクステージとしてのレチクルステージ14、レチクルRから射出される露光光ELをウェハW上に投射する投影光学系PL、ウェハWを保持する基板ステージとしてのウェハステージWST等を備えている。

【0057】前記光源1としては、ここでは、波長約120nm～約180nmの真空紫外域に属する光を発する光源、例えば出力波長157nmのフッ素レーザ（F<sub>2</sub>レーザ）、出力波長146nmのクリプトンダイマー レーザ（Kr<sub>2</sub>レーザ）、出力波長126nmのアルゴンダイマー レーザ（Ar<sub>2</sub>レーザ）などが用いられている。なお、光源として出力波長193nmのArFエキシマレーザ等を用いても構わない。

【0058】前記照明光学系IOPは、ハウジングとしての照明系ハウジング2と、その内部に所定の位置関係

で配置された折り曲げミラー3、フライアイレンズ等のオプチカルインテグレータ4、反射率が大きく透過率が小さなビームスプリッタ5、リレーレンズ7、8、視野絞りとしてのレチクルブラインド機構BL及び折り曲げミラー9等とを含んで構成されている。レチクルブラインド機構BLは、レチクルRのパターン面に対する共役面から僅かにデフォーカスした面に配置され、レチクルR上の照明領域を規定する所定形状の開口部が形成された固定レチクルブラインド13Aと、この固定レチクルブラインド13Aの近傍のレチクルRのパターン面に対する共役面に配置され、走査方向に対応する方向の位置及び幅が可変の開口部を有する可動レチクルブラインド13Bとを含んで構成されている。固定レチクルブラインド13Aの開口部は、投影光学系PLの円形視野内の中央で走査露光時のレチクルRの移動方向（X軸方向）と直交したY軸方向に直線的に伸びたスリット状又は矩形状に形成されているものとする。

【0059】この場合、走査露光の開始時及び終了時に可動レチクルブラインド13Bを介して照明領域を更に制限することによって、不要な部分の露光が防止されるようになっている。この可動レチクルブラインド13Bは、ブラインド駆動装置13Cを介して後述する主制御装置70（図1では不図示、図3参照）によって制御される。また、ビームスプリッタ5の透過光路上には光電変換素子より成る光量モニタ6が配置されている。

【0060】ここで、照明光学系IOPの作用を簡単に説明すると、光源1からほぼ水平に射出された真空紫外域の光束（レーザビーム）LBは、折り曲げミラー3によりその光路が90°折り曲げられ、オプチカルインテグレータ4に入射する。そして、このレーザビームLBは該オプチカルインテグレータ4によって強度分布がほぼ一様な露光光ELに変換され、その大部分（例えば97%程度）がビームスプリッタ5で反射され、リレーレンズ7を介して固定レチクルブラインド13Aを均一な照度で照明する。こうして固定レチクルブラインド13Aの開口部を通った露光光ELは、可動レチクルブラインド13Bを通過した後、リレーレンズ8、折り曲げミラー9及び後述する光透過窓12を介してレチクルR上の所定の照明領域（Y軸方向に直線的に伸びたスリット状又は矩形状の照明領域）を均一な照度分布で照明する。

【0061】一方、ビームスプリッタ5を透過した残り部分（例えば3%程度）の露光光ELは、光量モニタ6によって受光されて光電変換され、その光電変換信号が主制御装置70（図3参照）に供給される。主制御装置70では、光源1の発光開始に伴って、光量モニタ6の出力に基づいて所定の演算により像面（ウェハW面）上の照度を推定し、該推定結果に基づいてウェハW上の各点に与えるべき積算露光量を制御するようになってい

【0062】ところで、真空紫外域の波長の光を露光光とする場合には、その光路から酸素、水蒸気、炭化水素系のガス等の、かかる波長帯域の光に対し強い吸収特性を有するガス（以下、適宜「吸収性ガス」と呼ぶ）を排除する必要がある。このため、本実施形態では、照明系ハウジング2の内部には、真空紫外域の光に対する吸収の少ない特性を有する高純度の特定ガス、例えば窒素、ヘリウム、アルゴン、ネオン、クリプトンなどのガス、またはそれらの混合ガス（以下、適宜「低吸収性ガス」と呼ぶ）が、後述するガス供給系によって流し続けられている（フローされている）。この結果、照明系ハウジング2の内部の低吸収性ガス中の吸収性ガス、有機系の汚染物質などの不純物の含有濃度は1 ppm以下となっている。

【0063】前記レチクルステージ14は、レチクルRを保持してマスク室（及び第2空間）としてのレチクル室15内に配置されている。このレチクル室15は、照明系ハウジング2及び投影光学系PLの鏡筒と隙間なく接合された隔壁18で覆われており、その内部のガスが外部と隔離されている。レチクル室15の隔壁18は、ステンレス（SUS）等の脱ガスの少ない材料にて形成されている。

【0064】レチクル室15の隔壁18の天井部には、レチクルRより一回り小さい矩形の開口が形成されており、この開口部分に照明系ハウジング2の内部空間と、露光に用いられるレチクルRが配置されるレチクル室15の内部空間とを分離する状態で光透過窓12が配置されている。この光透過窓12は、照明光学系からレチクルRに照射される露光光ELの光路上に配置されたため、露光光としての真空紫外光に対して透過性の高いホタル石等の結晶材料によって形成されている。

【0065】レチクルステージ14は、レチクルRを不図示のレチクルベース定盤上でX軸方向に大きなストロークで直線駆動するとともに、Y軸方向とθz方向（Z軸回りの回転方向）に関しても微小駆動が可能な構成となっている。

【0066】これを更に詳述すると、レチクルステージ14は、不図示のレチクルベース定盤上をリニアモータ等を含むレチクル駆動系44（図1では不図示、図3参照）によってX軸方向に所定ストロークで駆動されるレチクル走査ステージ14Aと、このレチクル走査ステージ14A上に搭載されレチクルRを吸着保持するレチクルホルダ14Bとを含んで構成されている。レチクルホルダ14Bは、レチクル駆動系44によってXY面内で微少駆動（回転を含む）可能に構成されている。

【0067】レチクル室15の内部には、後述するガス供給系により、前述した照明系ハウジング2の内部の低吸収性ガスより僅かに低い純度の低吸収性ガスが流し続けられている（フローされている）。これは、真空紫外の露光波長を使用する露光装置では、酸素等の吸収性ガ

10

スによる露光光の吸収を避けるために、レチクルRの近傍も前記低吸収性ガスで満たす必要があるためである。この結果、レチクル室15内の低吸収性ガス中の吸収性ガス及び有機系の汚染物質等の不純物の含有濃度は数ppm以下程度となっている。

20

【0068】前記レチクル室15の隔壁18の-X側の側壁には光透過窓71が設けられている。これと同様に、図示は省略されているが、隔壁18の+Y側（図1における紙面奥側）の側壁にも光透過窓が設けられている。これらの光透過窓は、隔壁18に形成された窓部（開口部）に該窓部を閉塞する光透過部材、ここでは一般的な光学ガラスを取り付けることによって構成されている。この場合、光透過窓71を構成する光透過部材の取り付け部分からのガス漏れが生じないように、取り付け部には、インジウムや銅等の金属シールや、フッ素系樹脂による封止（シーリング）が施されている。この場合、フッ素系樹脂として、80°Cで2時間、加熱し、脱ガス処理が施されたものを使うことが望ましい。

30

【0069】前記レチクルホルダ14Bの-X側の端部には、平面鏡から成るX移動鏡72XがY軸方向に延設されている。このX移動鏡72Xにはほぼ垂直にレチクル室15の外部に配置されたX軸レーザ干渉計74Xからの測長ビームが光透過窓71を介して投射され、その反射光が光透過窓71を介してレーザ干渉計74X内部のディテクタによって受光され、レーザ干渉計74X内部の参照鏡の位置を基準としてX移動鏡72Xの位置、すなわちレチクルRのX位置が検出される。

20

【0070】同様に、図示は省略されているが、レチクルホルダ14Bの+Y側の端部には、平面鏡から成るY移動鏡がX軸方向に延設されている。そして、このY移動鏡を介して不図示のY軸レーザ干渉計74Y（図3参照）によって上記と同様にしてY移動鏡の位置、すなわちレチクルRのY位置が検出される。上記2つのレーザ干渉計74X、74Yの検出値（計測値）は主制御装置70（図3参照）に供給されており、主制御装置70では、これらのレーザ干渉計74X、74Yの検出値に基づいてレチクル駆動系44を介してレチクルステージ14の位置制御を行うようになっている。

30

【0071】このように、本実施形態では、レーザ干渉計、すなわちレーザ光源、プリズム等の光学部材及びディテクタ等が、レチクル室15の外部に配置されているので、レーザ干渉計を構成するディテクタ等から仮に微量の吸収性ガスが発生しても、これが露光に対して悪影響を及ぼすことがないようになっている。

40

【0072】前記投影光学系PLは、ホタル石、フッ化リチウム等のフッ化物結晶から成るレンズや反射鏡から成る光学系をハウジングとしての鏡筒で密閉したものである。本実施形態では、この投影光学系PLとして、投影倍率βが例えば1/4あるいは1/5の縮小光学系が用いられている。このため、前述の如く、照明光学系か

50

らの露光光 E L によりレチクル R が照明されると、レチクル R に形成された回路パターンが投影光学系 P L によりウエハ W 上のショット領域に縮小投影され、回路パターンの縮小像が転写形成される。

【0073】本実施形態のように、真空紫外域の露光波長を使用する露光装置では、酸素等の吸収性ガスなどによる露光光の吸収を避けるために、投影光学系 P L のハウジング（鏡筒）内部も低吸収性ガス（特定ガス）を満たす必要がある。このため、本実施形態では、投影光学系 P L の鏡筒内部には、照明系ハウジング 2 内の低吸収性ガスと同程度の高純度の低吸収性ガスが、後述するガス供給系によって流し続けられている（フローされている）。この結果、投影光学系 P L の鏡筒の内部の低吸収性ガス中の吸収性ガス及び有機系の汚染物質などの不純物の含有濃度は 1 ppm 以下となっている。

【0074】前記ウエハステージ W S T は、ウエハ室 4 0 内に配置されている。このウエハ室 4 0 は、投影光学系 P L の鏡筒と隙間なく接合された隔壁 4 1 で覆われており、その内部のガスが外部と隔離されている。ウエハ室 4 0 の隔壁 4 1 は、ステンレス（SUS）等の脱ガスの少ない材料にて形成されている。

【0075】前記ウエハステージ W S T は、例えばリニアモータ、あるいは磁気浮上型の 2 次元リニアアクチュエータ（平面モータ）等から成るウエハ駆動系 4 7（図 1 では不図示、図 3 参照）によってベース B S の上面に沿ってかつ非接触で X Y 面内で自在に駆動されるようになっている。

【0076】ウエハステージ W S T 上にウエハホルダ 3 5 が搭載され、該ウエハホルダ 3 5 によってウエハ W が吸着保持されている。

【0077】真空紫外の露光波長を使用する露光装置では、酸素等の吸収性ガスなどによる露光光の吸収を避けるために、投影光学系 P L からウエハ W までの光路についても前記低吸収性ガスを満たす必要がある。このため、本実施形態では、ウエハ室 4 0 内に、後述するガス供給系により、前述したレチクル室 1 5 内と同程度の純度の低吸収性ガスが流し続けられている（フローされている）。この結果、ウエハ室 4 0 内の低吸収性ガス中の吸収性ガス及び有機系の汚染物質などの不純物の含有濃度は数 ppm 以下程度となっている。

【0078】前記ウエハ室 4 0 の隔壁 4 1 の-X 側の側壁には光透過窓 3 8 が設けられている。これと同様に、図示は省略されているが、隔壁 4 1 の+Y 側（図 1 における紙面奥側）の側壁にも光透過窓が設けられている。これらの光透過窓は、隔壁 4 1 に形成された窓部（開口部）に該窓部を閉塞する光透過部材、ここでは一般的な光学ガラスを取り付けることによって構成されている。この場合、光透過窓 3 8 を構成する光透過部材の取り付け部分からのガス漏れが生じないように、取り付け部には、インジウムや銅等の金属シールや、フッ素系樹脂に

よる封止（シーリング）が施されている。この場合、フッ素系樹脂として、80°C で 2 時間、加熱し、脱ガス処理が施されたものを使うことが望ましい。

【0079】前記ウエハホルダ 3 5 の-X 側の端部には、平面鏡から成る X 移動鏡 3 6 X が Y 方向に延設されている。この X 移動鏡 3 6 X にはほぼ垂直にウエハ室 4 0 の外部に配置された X 軸レーザ干渉計 3 7 X からの測長ビームが光透過窓 3 8 を介して投射され、その反射光が光透過窓 3 8 を介してレーザ干渉計 3 7 X 内部のディテクタによって受光され、レーザ干渉計 3 7 X 内部の参照鏡の位置を基準として X 移動鏡 3 6 の X 位置、すなわちウエハ W の X 位置が検出される。

【0080】同様に、図示は省略されているが、ウエハホルダ 3 5 の+Y 側の端部には、平面鏡から成る Y 移動鏡が X 方向に延設されている。そして、この Y 移動鏡を介して Y 軸レーザ干渉計 3 7 Y（図 1 では不図示、図 3 参照）によって上記と同様にして Y 移動鏡の位置、すなわちウエハ W の Y 位置が検出される。上記 2 つのレーザ干渉計 3 7 X 、 3 7 Y の検出値（計測値）は主制御装置 7 0 に供給されており、主制御装置 7 0 では、これらのレーザ干渉計 3 7 X 、 3 7 Y の検出値をモニタしつつウエハ駆動系 4 7（図 3 参照）を介してウエハステージ W S T の位置制御を行うようになっている。

【0081】このように、本実施形態では、レーザ干渉計、すなわちレーザ光源、プリズム等の光学部材及びディテクタ等が、ウエハ室 4 0 の外部に配置されているので、上記ディテクタ等から仮に微量の吸収性ガスが発生しても、これが露光に対して悪影響を及ぼすことがないようになっている。

【0082】次に、露光装置 1 0 0 のガス供給系について図 2 に基づいて、かつ適宜他の図を参照しつつ説明する。図 2 には、露光装置 1 0 0 におけるガス供給系 1 1 0 の構成が簡略化して示されている。

【0083】この図 2 に示されるガス供給系 1 1 0 は、同図から明らかのように、ガス供給装置 2 0 からの高純度の特定ガス（低吸収性ガス）を、照明系ハウジング 2 及び投影光学系 P L の鏡筒内にそれぞれ供給し、これら照明系ハウジング 2 、投影光学系 P L からそれぞれ排気されるガスを回収して所定の経路を経て、レチクル室 1 5 、ウエハ室 4 0 に置換用ガスとして再び供給し、不図示の貯蔵室に排気するものである。

【0084】このガス供給系 1 1 0 は、ガス供給装置 2 0 、ガス純度監視装置としてのガス純度モニタ 2 1 、分流装置 2 2 、ガス精製装置 2 3 、温調装置 2 4 、ポンプ 2 5 及び配管系等を備えている。

【0085】ガス供給装置 2 0 は、高純度（不純物の含有量が 1 ppm 未満）の低吸収性ガスが収容されたボンベ（又はタンク）、ポンプ、及び温調装置等（いずれも図示省略）を内蔵している。このガス供給装置 2 0 には、給気本管 2 6 A の一端が接続され、該給気本管 2 6

Aの他端側は2本の分岐管26B、26Cに分岐している。一方の分岐管26Bの給気本管26A側と反対側の端部は、図1に示されるように、照明系ハウジング2の光源1側の端部に接続されている。この分岐管26Bの照明系ハウジング2との接続部の近傍には、給気弁10が設けられている。

【0086】他方の分岐管26Cの給気本管26A側と反対側の端部は、図1に示されるように、投影光学系PLの鏡筒に接続されている。この分岐管26Cの投影光学系PLとの接続部の近傍には、給気弁30が設けられている。

【0087】照明系ハウジング2の光源1から最も遠い他端側には、図1に示されるように、排気枝管27Aの一端が接続され、この排気枝管27Aの照明系ハウジング2との接続部の近傍には、排気弁11が設けられている。

【0088】また、投影光学系PLの鏡筒には、図1に示されるように、前記分岐管26C側と反対側に排気枝管27Bの一端が接続され、この排気枝管27Bの投影光学系PLとの接続部の近傍には、排気弁31が設けられている。

【0089】排気枝管27A、27Bの他端側は、図2に示されるように、相互に集結して回収用配管28の一端に接続されている。この回収用配管28の他端は、ガス純度モニタ21の給気ポート21aに接続されている。

【0090】ガス純度モニタ21は、給気ポート21aから流入するガス中の吸収性ガス、例えば酸素及びオゾン等の含有濃度を検出するガスセンサを内蔵している。また、このガス純度モニタ21は、第1及び第2排気ポート21b、21cを有し、これらの排気ポート21

b、21c及び前記給気ポート21aは、不図示の方向制御弁を介して相互に接続されている。また、このガス純度モニタ21は、コントローラを内蔵し、このコントローラは、前記ガスセンサにより検出される酸素及びオゾン等の含有濃度が、予め定めた所定のしきい値以上である場合には、第2排気ポート21cを介してガスが排気されるように方向制御弁を切り替えるとともに、前記ガスセンサにより検出される酸素及びオゾン等の含有濃度が、予め定めた所定のしきい値未満である場合には、第1排気ポート21bを介してガスが排気されるように方向制御弁を切り替える。また、本実施形態では、ガスセンサの検出値は、主制御装置70にも供給されるようになっている(図3参照)。この場合、ガス純度モニタ21の第1排気ポート21bは、配管29を介して分流装置22の給気ポート22aに接続され、第2排気ポート21cは、排気枝管50及び排気本管60を介して不図示の貯蔵室に接続されている。

【0091】前記分流装置22は、第1及び第2排気ポート22b、22cを有し、これらの排気ポート22

b、22c及び前記給気ポート22aは、不図示の配管系を介して相互に接続されている。この配管系には、開度(又は角度)が調整可能な調整弁が設けられており、この調整弁の開度等を調整することにより、排気ポート22b、22cに対する分流の割合が調整される。この調整弁が、前述したガス純度モニタ21内のガスセンサの検出値に応じて主制御装置70によってそれぞれ制御されるようになっている(図3参照)。分流装置22の第1排気ポート22bには、配管51の一端が接続され、該配管51の他端はガス精製装置23の入口に接続されている。

【0092】ガス精製装置23としては、ここでは、前述した酸素等の吸収性ガスを除去するケミカルフィルタと、HEPAフィルタ(hight efficiency particulate air-filter)あるいはULPAフィルタ(ultra low penetration air-filter)等の塵(パーティクル)を除去するフィルタを用いて、入口から流入したガス中の不純物を取り除くことによりそのガスの純度(低吸収性ガスの含有濃度)を上げるゲッタ方式の純化器が用いられる。あるいは、ガス精製装置23として、入口から流入したガスをクライオポンプを用いて一旦液化し、再度気化する際の温度の相違を利用してガス中の不純物を低吸収性ガスと分離することにより、そのガスの純度を上げる純化器を用いることもできる。

【0093】ガス精製装置23の吐出口(出口)には、配管52Aの一端が接続されている。この配管52Aの他端は前述した分流装置22の第2排気ポート22cにその一端が接続された配管52Bの他端とともに、ポンプ25の一端に接続されている。ポンプ25の他端側は、配管53を介して温調装置24の入口に接続されている。

【0094】温調装置24は、クーラー、ヒーター、温度センサ及び該温度センサの検出値に基づいて入口から流入したガスの温度が所定温度となるようにクーラー、ヒーターを制御するコントローラ等を内蔵している。また、この温調装置24内部の出口近傍には、HEPAフィルタあるいはULPAフィルタ等の塵(パーティクル)を除去するフィルタ(以下、「エアフィルタ」と総称する)、酸素等の吸収性ガスを除去するケミカルフィルタ等を含む、フィルタユニット24Aが設けられている。この温調装置24の出口には、配管54Aの一端が接続され、この配管54Aの他端側は2つに分岐され、分岐管54B、54Cとされている。

【0095】これらの分岐管54B、54Cの配管54A側とは反対側の端部は、レチクル室15、ウエハ室40にそれぞれ接続されている。また、分岐管54B、54Cのレチクル室15、ウエハ室40との接続部の近傍には、図1に示されるように、給気弁16、32がそれぞれ設けられている。また、レチクル室15、ウエハ室40には、図1に示されるように、排気枝管55A、5

5 B の一端がそれぞれ接続され、これらの排気枝管 5 A、5 B のレチクル室 1 5、ウエハ室 4 0との接続部の近傍には、排気弁 1 7、3 3 がそれぞれ設けられている。排気枝管 5 A、5 B の他端側は、図 2 に示されるように、相互に集結して排気管 5 C に接続されている。

【0 0 9 6】前記給気弁 1 0, 1 6, 3 0, 3 2 及び排気弁 1 1, 1 7, 3 1, 3 3 としては、本実施形態では、弁開度が調整可能な流量制御弁が用いられている。これらの弁は、主制御装置 7 0 によって制御されるようになっている。

【0 0 9 7】図 3 には、本実施形態に係る露光装置 1 0 の制御系の主要な構成がブロック図にて示されている。この制御系は、CPU (中央演算処理装置)、ROM (リード・オンリ・メモリ)、RAM (ランダム・アクセス・メモリ) 等を含んで構成されたマイクロコンピュータ (又はワークステーション) から成る主制御装置 7 0 を中心として構成されている。この主制御装置 7 0 は、装置全体を統括して管理する。

【0 0 9 8】次に、本実施形態の露光装置における照明系ハウジング 2、レチクル室 1 5、投影光学系 PL 及びウエハ室 4 0 に対する、低吸収性ガスの供給及び排気動作について説明する。

【0 0 9 9】主制御装置 7 0 では、装置の立ち上げ時等の初期ガス置換に際しては、オペレータからの指示に基づき、給気弁 1 0, 1 6, 3 0, 3 2 及び排気弁 1 1, 1 7, 3 1, 3 3 を全て全開にし、ガス供給装置 2 0 に対してガス供給開始の指令を与える。これにより、ガス供給装置 2 0 から給気本管 2 6 A 及び分岐管 2 6 B を介して照明系ハウジング 2 内へ所定の温度に温度調整された高純度の低吸収性ガスの供給が開始される。これと同時に、分岐管 2 6 C を介して投影光学系 PL (の鏡筒) 内へ前記高純度の低吸収性ガスの供給が開始される。このようにして、初期ガス置換が開始される。

【0 1 0 0】上記の低吸収性ガスの供給開始に応じて、照明系ハウジング 2 内及び投影光学系 PL 内の内部気体 (ガス) が、排気枝管 2 7 A、2 7 B をそれぞれ介して回収用配管 2 8 内に排気される。この回収用配管 2 8 内に排気されたガスは、給気ポート 2 1 a を介してガス純度モニタ 2 1 に流入する。ガス純度モニタ 2 1 内では、ガスセンサによりそのガス中の酸素、オゾン等の吸収性ガスの濃度が検出され、コントローラがその検出値に基づいてその吸収性ガスの濃度が、予め定めたしきい値以上であるか否かを判断する。この場合、初期ガス置換開始直後であるから、回収用配管 2 8 からのガス (以下、便宜上「回収ガス」とも呼ぶ) 中には空気 (酸素) が多く含まれているので、コントローラは、第 2 排気ポート 2 1 c から回収ガスが排気されるように方向弁を切り替える。これにより、回収ガスは、排気枝管 5 0 を介して不図示の貯蔵室に排出される。このとき、ガス純度モニ

タ 2 1 内のガスセンサの検出値は主制御装置 7 0 にも供給されている。

【0 1 0 1】上記の初期ガス置換の開始から所定時間が経過するまでは、上記の状態が維持され、照明系ハウジング 2、投影光学系 PL からの回収ガスは、不図示の貯蔵室に排出される。

【0 1 0 2】初期ガス置換の開始から所定時間が経過すると、照明系ハウジング 2、投影光学系 PL 内の内部ガスがガス供給装置 2 0 から供給された低吸収性ガスにはほぼ置換される。この直後に、回収用配管 2 8 を介してガス純度モニタ 2 1 に流入する回収ガス中の吸収性ガスの濃度が減少し、その濃度が所定値未満となると、ガス純度モニタ 2 1 のコントローラがガスセンサの検出値に基づいてその吸収性ガスの濃度が、予め定めたしきい値未満であると判断して、第 1 排気ポート 2 1 b を介して回収ガスが排気されるように方向制御弁を切り替える。このとき、主制御装置 7 0 では、ガス純度モニタ 2 1 のガスセンサの検出値に基づいて、照明系ハウジング 2、投影光学系 PL 内の初期ガス置換が終了したことを判別して、ポンプ 2 5 を作動するとともに、ガスセンサの検出値に応じて分流装置 2 2 の調整弁の開度等を調整して、排気ポート 2 2 b、2 2 c のそれぞれから排出される回収ガスの割合を調整する。

【0 1 0 3】ここで、主制御装置 7 0 では、前記ガスセンサの検出値が大きい程、配管 5 1 側 (ガス精製装置 2 3 側) へより多くの回収ガスが送り込まれ、ガスセンサの検出値が小さい程、配管 5 2 B 側へより多くの回収ガスが送り込まれるように、分流装置 2 2 の調整弁の開度等を調整する。

【0 1 0 4】これにより、ガス純度モニタ 2 1 の第 1 排気ポート 2 1 b から排出された回収ガスは、配管 2 9 及び給気ポート 2 2 a を介してガス分流装置 2 2 に流入し、該ガス分流装置 2 2 で分流され、第 1 排気ポート 2 2 b、第 2 排気ポート 2 2 c からそれぞれ排出される。

【0 1 0 5】第 1 排気ポート 2 2 b から排出された一部の回収ガスは、配管 5 1 を介してガス精製装置 2 3 に流入し、該ガス精製装置 2 3 内部を通過する間に吸収性ガス等の不純物が取り除かれ、純度が高められた低吸収性ガスとなって配管 5 2 A 内に排出される。この純度が高められた低吸収性ガスは、第 2 排気ポート 2 2 c から配管 5 2 B 内に排出された残りの回収ガスと、ポンプ 2 5 に流入する直前で合流される。この合流により、僅かながら純度が低下した低吸収性ガスは、ポンプ 2 5 により配管 5 3 を介して温調装置 2 4 に送り込まれる。

【0 1 0 6】この温調装置 2 4 内では、コントローラが温度センサの検出値に基づいて流入したガスが所定温度となるようにクーラー、ヒーターを制御し、この温調されたガスがフィルタユニット 2 4 A を通過する際に吸収性ガス等の化学的不純物及びパーティクル等が除去され、再生置換用低吸収性ガスとなって、配管 5 4 A 内に

排出される。そして、この配管 54A 内に排出された再生置換用低吸収性ガスが分岐管 54B、54C をそれぞれ介してレチクル室 15、ウエハ室 40 に供給される。この再生置換用低吸収性ガスの流入に応じてレチクル室 15、ウエハ室 40 から内部ガスが排気管 55A、55B をそれぞれ介して排気管 55C 内に排気される。すなわち、このようにしてレチクル室 15、ウエハ室 40 内の初期ガス置換が開始される。排気管 55C 内に排気されたガスは、排気本管 60 を介して不図示の貯蔵室に排気される。

【0107】ところで、上記のレチクル室 15、ウエハ室 40 内の初期ガス置換の開始から所定時間が経過すると、これらの部屋の初期ガス置換を含む初期ガス置換作業が終了するが、本実施形態では、主制御装置 70 が不図示のタイマーにより、前述したポンプ 25 の作動開始からの経過時間を計り、この経過時間が予め定めた一定時間 T となったときに、初期ガス置換が終了したものと判断する。そして、主制御装置 70 では、そのようにして初期ガス置換終了を判断すると、給気弁 10, 16, 30, 32 及び排気弁 11, 17, 31, 33 のそれぞれの弁開度を予め定めたそれぞれの目標流量に応じた値に設定して、照明系ハウジング 2、レチクル室 15、投影光学系 PL、ウエハ室 40 内の低吸収性ガスの純度をそれぞれの目標値に維持するガス純度維持状態に移行する。

【0108】なお、この場合において、レチクル室 15、ウエハ室 40 の少なくとも一方の内部に、その内部ガス中の低吸収性ガスの濃度又は吸収性ガス等の不純物の濃度を検出するガスセンサ等の検出器を設け、主制御装置 70 が、この検出器の検出値に基づいて不純物の濃度が所定濃度未満となったことを判断し、この時点を上記の初期ガス置換の終了時点であると判断しても、勿論良い。

【0109】その後は、照明系ハウジング 2、レチクル室 15、投影光学系 PL、及びウエハ室 40 内の低吸収性ガスの純度をそれぞれの目標値に維持するガス純度維持状態が継続され、照明系ハウジング 2 及び投影光学系 PL の内部では低吸収性ガス中の吸収性ガス等の不純物の含有濃度が 1 ppm 未満に維持されるとともに、レチクル室 15 及びウエハ室 40 の内部では低吸収性ガス中の吸収性ガス等の不純物の含有濃度が数 ppm 未満に維持される。

【0110】上記のガス純度維持状態（ガス純度維持時）において、主制御装置 70 では、ガス純度モニタ 21 内のガスセンサの検出値を常時モニタし、この検出値に応じて分流装置 22 の調整弁を前述した基準に従って常時調整し、レチクル室 15 及びウエハ室 40 の内部の低吸収性ガスの純度を所定範囲に維持している。また、ガス純度維持時においても、ガス純度モニタ 21 は、常時回収ガスのガス純度を監視し、その回収ガス中の吸収

性ガス等の不純物の濃度が所定値以上となつたことを検知すると、第 2 排気ポート 21c から回収ガスを排気する。

【0111】次に、本実施形態に係る露光装置 100 における露光動作について、図 1 及び図 3 を参照しつつ、主制御装置 70 の制御動作を中心として説明する。

【0112】前提として、ウエハ W 上のショット領域を適正露光量（目標露光量）で走査露光するための各種の露光条件が予め設定される。また、不図示のレチクル頭微鏡及び不図示のオフアクシス・アライメントセンサ等を用いたレチクルアライメント、ベースライン計測等の準備作業が行われ、その後、アライメントセンサを用いたウエハ W のファインアライメント（EGA（エンハンスト・グローバル・アライメント）等）が終了し、ウエハ W 上の複数のショット領域の配列座標が求められる。なお、上記のレチクルアライメント、ベースライン計測等の準備作業については、例えば米国特許第 5, 243, 195 号に詳細に開示され、また、これに続く EGA については、例えば米国特許第 4, 780, 617 号等に詳細に開示されている。

【0113】このようにして、ウエハ W の露光のための準備動作が終了すると、主制御装置 70 では、アライメント結果に基づいてウエハ側の X 軸レーザ干渉計 37X 及び Y 軸レーザ干渉計 37Y の計測値をモニタしつつウエハ W のファーストショット（第 1 番目のショット領域）の露光のための走査開始位置にウエハ駆動系 47 を介してウエハステージ WST を移動する。

【0114】そして、主制御装置 70 ではレチクル駆動系 44 及びウエハ駆動系 47 を介してレチクルステージ 14 とウエハステージ WST との X 方向の走査を開始し、両ステージ 14、WST がそれぞれの目標走査速度に達すると、露光光 EL によってレチクル R のパターン領域が照明され始め、走査露光が開始される。

【0115】この走査露光の開始に先立って、光源 1 の発光は開始されているが、主制御装置 70 によってブラインド駆動装置 13C を介してレチクルブラインド BL を構成する可動レチクルブラインド 13B の各ブレードの移動がレチクルステージ 14 の移動と同期制御されている。このため、レチクル R 上のパターン領域外への露光光 EL の照射が防止されることとは、通常のスキャニング・ステッパーと同様である。

【0116】主制御装置 70 では、特に上記の走査露光時にレチクルステージ 14 の X 軸方向の移動速度 Vr とウエハステージ WST の X 軸方向の移動速度 Vw とが投影光学系 PL の投影倍率 β に応じた速度比に維持されるようにレチクルステージ 14 及びウエハステージ WST を同期制御する。

【0117】そして、レチクル R のパターン領域の異なる領域が紫外パルス光で逐次照明され、パターン領域全面に対する照明が完了することにより、ウエハ W 上のフ

アーストショットの走査露光が終了する。これにより、レチクルRの回路パターンが投影光学系PLを介してファーストショットに縮小転写される。

【0118】このようにして、ファーストショットの走査露光が終了すると、主制御装置70によりウエハステージWSTがX、Y軸方向にステップ移動され、セカンドショット（第2番目のショット領域）の露光のための走査開始位置に移動される。このステッピングの際に、主制御装置70ではウエハ側のレーザ干渉計37X、37Yの計測値に基づいてウエハステージWSTのX、Y、θ<sub>z</sub>（Z軸回りの回転）方向の位置変位をリアルタイムに計測する。この計測結果に基づき、主制御装置70ではXY位置変位が所定の状態になるようにウエハステージWSTの位置を制御する。

【0119】また、主制御装置70ではウエハステージWSTのθ<sub>z</sub>方向の変位の情報に基づいて、そのウエハW側の回転変位の誤差を補償するようにレチクルステージ14上のレチクルホルダ14Bを回転制御する。

【0120】そして、主制御装置70ではセカンドショットに対して上記と同様の走査露光を行う。

【0121】このようにして、ウエハW上のショット領域の走査露光と次ショット領域露光のためのステッピング動作とが繰り返し行われ、ウエハW上の全ての露光対象ショット領域にレチクルRの回路パターンが順次転写される。

【0122】上記のウエハ上の各ショット領域に対する走査露光に際して、常時照明系ハウジング2、投影光学系PL内等が高純度の低吸収性ガスでバージされ、光学性能が最大限発揮できる状態となっており、また、走査露光時においても、投影光学系PLの結像性能の経時的な劣化がほとんど起こらないので、ウエハ上の転写パターンの劣化を防止することができる。

【0123】なお、上記の説明では特に明示しなかったが、照明系ハウジング2、レチクル室15、投影光学系PLの鏡筒、ウエハ室40等の内部は、不図示のエンパイロメンタル・チャンバーと同程度の精度で温度調整が行われている。また、上記では特に明示しなかったが、照明系ハウジング2等の低吸収性ガスが直接接触する部分は、前述した投影光学系PLの鏡筒50、レチクル室15、ウエハ室40の隔壁と同様にステンレス(SUS)等の脱ガスの少ない材料で構成することが望ましい。あるいは、照明系ハウジング2、レチクル室15、投影光学系PLの鏡筒、ウエハ室40等の低吸収性ガスが直接接触する部分にはその表面に炭化水素等の吸収性ガスの脱ガスによる発生の少ないフッ素系樹脂等のコーティングを施しても良い。

【0124】以上詳細に説明したように、本実施形態の露光装置100によると、ガス供給系110により、所定の純度の低吸収性ガスが照明系ハウジング2及び投影光学系PLの鏡筒（ハウジング）内に供給されるととも

に、これら照明系ハウジング2及び投影光学系PLの鏡筒から排気されるガスが回収され、この回収された回収ガスが所定の経路を経てレチクル室15及びウエハ室40に置換用ガス（再生置換用ガス）として再び供給される。この場合、回収ガスは、照明系ハウジング2及び投影光学系PLの鏡筒内を流通することにより、照明系ハウジング2及び投影光学系PLの鏡筒内部における脱ガス等により純度が僅かに低下しているが、本実施形態では、この回収ガスの一部が分流装置22を介してガス精製装置23に送られて純度が高められた後に、残りのガスと合流され、更に所定温度に温調された再生置換用ガスとされている。このため、この再生置換用ガスの純度は、ガス供給装置20から供給される低吸収性ガスより僅かに低い純度となっており、この再生置換用ガスを用いてレチクル室15、ウエハ室40内のガス置換を行えば要求されるバージ精度を確実に達成できる。

【0125】従って、本実施形態によると、各部屋（2、PL、15、40）に要求される低吸収性ガスの純度を十分に満足することができ、これにより、露光中等における露光光ELの透過率の低下を極めて効果的に抑制することができる。また、照明系ハウジング2及び投影光学系PLの鏡筒内を流通した低吸収性ガスをレチクル室15、ウエハ室40内の置換用ガスとして利用するので、低吸収性ガスの利用効率を向上することができ、これにより低吸収性ガスの無駄な消費を抑制することができる。

【0126】また、本実施形態では、ガス供給系110が、照明系ハウジング2及び投影光学系PLの鏡筒から回収されるガス（回収ガス）を分流してその一部をガス精製装置23に供給し、該ガス精製装置23を通過した一部のガスと前記残りのガスとを合流させるガス供給経路（28、29、22、51、52A、52B）と、該ガス供給経路により分流された一部のガスを純化して該ガス中の低吸収性ガスの純度を上げるガス精製装置23と、該ガス精製装置23を経由して純度が高められたガスと残りのガス（ガス精製装置23を経由しなかったガス）との合流されたガスが供給され、その供給されたガス中の不純物を取り除くケミカルフィルタとエアフィルタとを含むフィルタユニット24Aを有し、前記ガスを所定温度に温度調節して再生置換用ガスとしてレチクル室15、ウエハ室40内に供給する温調装置24とを備えている。そして、これらの構成要素によって前述したようにして回収ガスが再生置換用ガスに再生されるので、レチクル室15、ウエハ室40内には、化学的な不純物が取り除かれ温度調節がなされた比較的純度の高い低吸収性ガス（再生用置換ガス）が供給されるようになっている。

【0127】更に、本実施形態の露光装置100は、照明系ハウジング2及び投影光学系PLの鏡筒から排気される（回収される）ガス中の不純物の濃度を監視すると

ともに、不純物の濃度が所定値より高い場合にはガスを外部に排気するガス純度モニタ 21 を備えており、該ガス純度モニタ 21 により、照明系ハウジング 2 及び投影光学系 PL の鏡筒から排気されるガス中の不純物の濃度が監視され、不純物の濃度が所定値より高いガスは外部に排気される。このため、初期ガス置換時は勿論、ガス純度維持時においても、不純物があるレベル以上多いガスが、ガス精製装置 23 に供給されることがないので、ガス精製装置 23 の寿命を延ばすことができる。

【0128】一方、不純物の濃度が所定値未満の場合には、ガス純度モニタ 21 では、第 1 排気ポート 21 b にガスを排気するので、そのガスが回収されて最終的にレチクル室 15 、ウエハ室 40 に置換用ガスとして供給される。従って、第 1 室 (2 、 PL) から排気されるガス中の不純物の濃度が低いときには、そのガスが第 2 室

(15 、 40) 内の置換ガスとして再利用されるので、特定ガス（低吸収性ガス）の利用効率を向上して無駄な消費を抑制することができるまた、本実施形態の露光装置 100 によると、光源 1 からウエハ W 面に至る露光光 EL の光路の全てが、露光光 EL の吸収の少ない低吸収性ガスで置換された状態で露光が行われるので、照明光学系 IOP 及び投影光学系 PL に入射するエネルギー ピームの透過率（又は反射率）を高く維持することができ、高精度な露光量制御を長期に渡って行うことが可能になる。また、露光光 EL として、真空紫外光が用いられるので、投影光学系 PL の解像力の向上が可能である。従って、長期に渡ってウエハ上にレチクルパターンを精度良く転写することができる。

【0129】ところで、前述したガス供給系の構成は、一例であって、本発明に係るガス供給系の構成がこれに限定されるものではない。例えば、上記実施形態のガス供給系 110 において、分流装置 22 を中心とする上記ガス供給経路 (28 、 29 、 22 、 51 、 52A 、 52B) を取り去り、回収用配管 28 の出口側をガス純度モニタ 21 を介して（あるいは直接）ガス精製装置 23 の入口に接続し、該ガス精製装置 23 の出口を配管及びポンプ 25 を介して温調装置 24 に接続しても構わない。このようにすると、回収用配管 28 で回収された回収ガスの全てがガス精製装置 23 に流入するため、上記実施形態に比べてガス精製装置 23 の寿命が短くなる（フィルタの寿命又はクライオポンプのメンテナンス頻度が多くなる）が、温調装置 24 からレチクル室 15 、ウエハ室 40 に供給される再生用置換ガスの純度は却って高くなるので、各部屋 (2 、 PL 、 15 、 40) に要求される低吸収性ガスの純度（ページ精度）をより確実に満足することができる。

【0130】また、例えば、ガス精製装置 23 も更に省略し、回収用配管 28 の出口側を、ガス純度モニタ 21 を介して（あるいはガス純度モニタを介することなく）、ポンプ 25 を介して温調装置 24 に接続すること

10

20

30

40

50

も可能である。このようにすると、回収用配管で回収された回収ガスが温調装置 24 によって不純物が除去され、所定温度に調整された再生置換用ガスとしてレチクル室 15 、ウエハ室 40 に供給されることとなるが、特に支障はない。露光光 EL の光路が長く、レンズ等の光学素子が多数含まれる照明光学系 IOP や投影光学系 PL では、その内部の光路上から不純物を排除するため、その内部を非常に高純度の特定ガス（低吸収性ガス）で満たさなければならないのに対し、レチクル室 15 やウエハ室 40 内では、多少の不純物が存在してもその光路が短いため、その影響はそれほど大きくないからである。

【0131】さらに、温調装置 24 を取り去り、回収用配管 28 の出口側を、ガス純度モニタ 21 を介して（あるいはガス純度モニタを介すことなく）、ポンプ 25 を介して配管 54A に接続しても良い。ガス精製装置が設けられていない場合には、回収用配管 28 で回収された回収ガスの温度変化はそれほど大きくはなく、その回収されたガスはレチクル室、ウエハ室等に送られるので温調装置を必ずしも設けなくても大きな問題は生じないものと思われる。

【0132】勿論、ガス純度モニタ 21 も必ずしも設ける必要はない。但し、この場合において、ガス精製装置を設ける場合には、前述したガス供給経路 (28 、 29 、 22 、 51 、 52A 、 52B) を設けて、回収ガスの全てがガス精製装置に流入しないようにするとともに、少なくとも初期ガス置換時の酸素等を多く含む回収ガスがガス精製装置に送り込まれないようにすることが望ましい。これは、ガス精製装置は多くのガスを通すと寿命が短くなるため、一部のガスだけガス精製装置を通してガス純度を維持することが望ましいからである。また、ガス精製装置に不純物の多いガスを流すと同様にガス精製装置の寿命が短くなるため、初期ガス置換作業においても、置換初期の不純物の多い回収ガスは排気することによりガス精製装置の長寿命化を図ることが望ましいからである。特に、低吸収性ガスとして、ヘリウムを用いる場合、ヘリウム用の純化器（ゲッター方式）等は多量の酸素と反応すると発熱するため、上記のような手法が特に重要となる。

【0133】また、例えば、エネルギー ピーム源としての光源 1 とウエハ W との間で、かつ第 1 光学素子と第 2 光学素子との間に形成される第 1 室（例えば、投影光学系 PL を構成する隣接するレンズ素子相互間の空間を気密室とした場合のその気密室）と、光源 1 とウエハとの間に配置された可動の光学部材（例えば、可動レチクルブライント 13B 、レチクル R 等）及び該光学部材を駆動する駆動系（例えば、ブライント駆動装置 13C 、レチクルステージ RST 及びレチクル駆動系 44 ）との少なくとも一部を収容する第 2 室（例えば、上記実施形態のレチクル室 15 など）とを備える場合、低吸収性ガスを

第1室に供給し、該第1室内から排出されるガスを回収して第2室に供給するガス供給系を設けても良い。この場合、第1室は光路上に存在する光学素子相互間に形成されるので、その内部を低吸収性ガスでバージする主目的は、不純物を極力排除することである。このため、第1室内に供給される低吸収性ガスは高純度であることが要求される。これに対し、可動の光学部材及び駆動系の少なくとも一部を収容する第2室内を低吸収性ガスでバージする主目的は、可動部から発生した塵（パーティクル）等の不純物を外部に排出することである。このため、第2室内に供給される特定ガスは、第1室に比べて純度の低い特定ガスであっても良い。従って、このようにすれば、各室に要求される低吸収性ガスの純度を十分に満足しつつ、第1室内のエネルギービーム（露光光）の透過率を維持し、第1室内を流通した特定ガスを外部に排気することなく、第2室内の置換用ガスとして利用するので、特定ガスの利用効率を向上することができ、これにより特定ガス（低吸収性ガス）の無駄な消費を抑制することができる。

【0134】《第2の実施形態》次に、本発明の第2の実施形態を図4に基づいて説明する。ここで、前述した第1の実施形態と同一若しくは同等の構成部分については同一の符号を用いるとともに、その説明を簡略にし若しくは省略するものとする。

【0135】この第2の実施形態に係る露光装置は、前述した第1の実施形態の露光装置と比較して、照明系ハウジング2、レチクル室15、投影光学系PLの鏡筒（ハウジング）及びウエハ室40に対する特定ガスとしての低吸収性ガス供給・排気システムの構成が相違するのみで、その他の部分の構成は同様であるから、以下においては、この相違点を中心として説明する。

【0136】図4には、第2の実施形態に係る露光装置の低吸収性ガス供給・排気システムであるガス循環系120が示されている。このガス循環系120は、照明系ハウジング2、レチクル室15、投影光学系PLの鏡筒（ハウジング）及びウエハ室40から回収された回収ガスを、ガス供給装置20'から供給される新たな高純度の低吸収性ガスとともに、これら照明系ハウジング2、レチクル室15、投影光学系PL及びレチクル室40内に再び供給して循環使用する点に特徴を有する。この場合、ガス供給装置20'からは、減少分を補充するのみである。

【0137】このガス循環系120は、温調装置24'、ガス純度監視装置としてのガス純度モニタ21、分流装置22、ガス精製装置23、ポンプ25及び配管系等を備えている。

【0138】温調装置24'は、その第1の入口24bが、配管59を介して低吸収性ガスの外部供給源であるガス供給装置20'に接続されている。ガス供給装置20'は、高純度（不純物の含有量が1ppm未満）の低

吸収性ガスが収容されたボンベ（又はタンク）、ポンプ等（いずれも図示省略）を内蔵している。

【0139】温調装置24'は、第1の入口24bの他、第2の入口24cと出口24dとを有する。この温調装置24'の第2の入口24cには、配管58の一端が接続され、この配管58の他端は、ポンプ25を介して前述したガス供給経路（28、29、22、51、52A、52B）を構成する配管52A、52Bの集束端部に接続されている。温調装置24'内部には、第2の入口を介して流入したガスの流量を検出する不図示の流量センサも設けられており、この流量センサの出力が前述した主制御装置70に供給されるようになっている。主制御装置70では、この流量センサの出力に基づいて、ガス供給装置20'から供給すべき高純度（不純物の含有量が1ppm未満）の低吸収性ガスの流量を制御する。この場合、主制御装置70では、後述するガス純度維持時には、配管58を介して流入するガスの流量と、ガス供給装置20'から供給（補充）される低吸収性ガスの流量との総和が常に一定値となるようにガス供給装置20'を制御する。

【0140】温調装置24'は、クーラー、ヒーター、温度センサ及び該温度センサの検出値に基づいて第1及び第2入口24b、24cから流入したガスの温度が所定温度となるようにクーラー、ヒーターを制御するコントローラ等を内蔵している。また、この温調装置24'内部の出口近傍には、フィルタユニット24Aが設かれている。この温調装置24'の出口24dには、給気本管26Aの一端が接続され、該給気本管26Aの他端側は4つの分岐管26B、54B、26C、54Cに分岐している。これらの分岐管26B、54B、26C、54Cは、前述した第1の実施形態と同様に、照明系ハウジング2、レチクル室15、投影光学系PL、及びレチクル室40の一端にそれぞれ接続されている。分岐管26B、54B、26C、54Cの各部屋との接続端の近傍には、前述した第1の実施形態と同様に給気弁10、16、30、32がそれぞれ設けられている。

【0141】照明系ハウジング2、レチクル室15、投影光学系PL、及びレチクル室40の他端には、前述した第1の実施形態と同様に、排気枝管27A、55A、27B、55Bの一端が接続され、これらの排気枝管27A、55A、27B、55Bの一端部近傍には、排気弁11、17、31、33がそれぞれ設けられている。また、4本の排気枝管27A、55A、27B、55Bの他端側は、図4に示されるように、相互に集結して回収用配管28の一端に接続されている。この回収用配管28の他端側は、ガス純度モニタ21の給気ポート21aに接続されている。

【0142】ガス純度モニタ21の第2排気ポート21cには、排気管50'の一端が接続され、この排気管50'の他端側は不図示の貯蔵室に接続されている。

【0143】ガス循環系120の残りの構成部分は、前述した第1の実施形態のガス供給系110と同様となっている。また、その他の部分の構成等は、前述した第1の実施形態の露光装置100と同様になっている。

【0144】次に、本第2の実施形態の露光装置における照明系ハウジング2、レチクル室15、投影光学系PL及びウエハ室40に対する、低吸収性ガスの供給及び排気動作について説明する。

【0145】主制御装置70では、装置の立ち上げ時等の初期ガス置換に際しては、オペレータからの指示に基づき、給気弁10, 16, 30, 32及び排気弁11, 17, 31, 33を全て全開にし、ガス供給装置20'を制御してガス供給装置20'からの高純度の低吸収性ガスを配管59を介して温調装置24'に対して供給開始する。温調装置24'内では、コントローラが温度センサの検出値に基づいて流入したガスが所定温度となるようクーラー、ヒーターを制御し、この温調されたガスがフィルタユニット24Aを通過する際に吸収性ガス等の化学的不純物及びパーティクル等が除去された後、給気本管26A内に供給される。この給気本管26A内に供給された低吸収性ガスは、分岐管26B、54B、26C、54Cをそれぞれ介して照明系ハウジング2、レチクル室15、投影光学系PL、及びレチクル室40内にそれぞれ供給され始める。このようにして、初期ガス置換が開始される。

【0146】上記の低吸収性ガスの供給開始に応じて、照明系ハウジング2、レチクル室15、投影光学系PL、ウエハ室40からはその内部気体が、排気枝管27A、55A、27B、55Bをそれぞれ介して回収用配管28内に排気される。この回収用配管28内に排気されたガスは、給気ポート21aを介してガス純度モニタ21に流入する。ガス純度モニタ21内では、ガスセンサによりそのガス中の酸素、オゾン等の吸収性ガスの濃度が検出され、コントローラがその検出値に基づいてその吸収性ガスの濃度が、予め定めたしきい値以上であるか否かを判断する。この場合、初期ガス置換開始直後であるから、回収用配管28からのガス（以下、便宜上「回収ガス」とも呼ぶ）中には空気（酸素）が多く含まれているので、コントローラは、第2排気ポート21cから回収ガスが排気されるように方向弁を切り替える。これにより、回収ガスは、排気配管50'を介して不図示の貯蔵室に排出される。このとき、ガス純度モニタ21内のガスセンサの検出値は主制御装置70にも供給されている。

【0147】上記の初期ガス置換の開始から所定時間が経過するまでは、上記の状態が維持され、照明系ハウジング2、レチクル室15、投影光学系PL、及びウエハ室40からの回収ガスは、不図示の貯蔵室に排出される。

【0148】初期ガス置換の開始から所定時間が経過す

10

20

30

40

ると、照明系ハウジング2、レチクル室15、投影光学系PL、及びウエハ室40内の内部ガスがガス供給装置20'から供給された低吸収性ガスにほぼ置換される。この直後に、回収用配管28を介してガス純度モニタ21に流入する回収ガス中の吸収性ガスの濃度が減少し、その濃度が所定値未満になると、ガス純度モニタ21のコントローラがガスセンサの検出値に基づいてその吸収性ガスの濃度が、予め定めたしきい値未満であると判断して、第1排気ポート21bを介して回収ガスが排気されるように方向制御弁を切り替える。このとき、主制御装置70では、ガス純度モニタ21のガスセンサの検出値に基づいて、初期ガス置換が終了したことを判別して、ポンプ25を作動するとともに、ガスセンサの検出値に応じて分流装置22の調整弁の開度等を調整して、排気ポート22b、22cのそれぞれから排出される回収ガスの割合を調整する。この調整は、前述した第1の実施形態と同様に行われる。

【0149】この場合において、ガス純度モニタ21のコントローラは、上記初期ガス置換作業時に、当該初期ガス置換作業の開始から所定時間の経過によりガス中の不純物が所定の濃度未満となったと判断することとしても良い。主制御装置70も、これと同様にして初期ガス置換の終了を判断することとしても良い。

【0150】また、主制御装置70では、上記のようにして初期ガス置換終了を判断すると、給気弁10, 16, 30, 32及び排気弁11, 17, 31, 33のそれぞれの弁開度を予め定めたそれぞれの目標流量に応じた値に設定して、照明系ハウジング2、レチクル室15、投影光学系PL、ウエハ室40内の低吸収性ガスの純度を所定の目標値に維持するガス純度維持状態に移行する。

【0151】このガス純度維持状態では、ガス純度モニタ21の第1排気ポート21bから排出された回収ガスは、配管29及び給気ポート22aを介してガス分流装置22に流入し、該ガス分流装置22で分流され、第1排気ポート22b、第2排気ポート22cからそれぞれ排出される。第1排気ポート22bから排出された一部の回収ガスは、配管51を介してガス精製装置23に流入し、該ガス精製装置23内部を通過する間に吸収性ガス等の不純物が取り除かれ、純度が高められた低吸収性ガスとなって配管52A内に排出される。この純度が高められた低吸収性ガスは、第2排気ポート22cから配管52B内に排出された残りの回収ガスと、ポンプ25に流入する直前で合流される。この合流により、僅かながら純度が低下した低吸収性ガスは、ポンプ25により配管58を介して温調装置24'の第2の入口24cに送り込まれる。この送り込まれた低吸収性ガスの流量が温調装置24'内の流量センサにより検出され、主制御装置70では、この検出値に基づいて、配管58を介して流入するガスの流量と、ガス供給装置20'から供給

(補充) される低吸収性ガスの流量との総和が常に一定値となるようにガス供給装置 20' を制御する。

【0152】温調装置 24' 内では、コントローラが温度センサの検出値に基づいて 2つの入口 24 b、24 c から流入した一定流量の低吸収性ガスが所定温度となるようにクーラー、ヒーターを制御し、この温調されたガスがフィルタユニット 24 A を通過する際に吸収性ガス等の化学的不純物及びパーティクル等が除去され、置換用低吸収性ガスとなって、給気本管 26 A 内に供給され、この給気本管 26 A 内に供給された低吸収性ガスは、分岐管 26 B、54 B、26 C、54 C をそれぞれ介して照明系ハウジング 2、レチクル室 15、投影光学系 PL、及びレチクル室 40 内にそれぞれ循環供給される。

【0153】その後は、照明系ハウジング 2、レチクル室 15、投影光学系 PL、及びウエハ室 40 の低吸収性ガスの純度を所定の目標値に維持するガス純度維持状態が継続され、照明系ハウジング 2、レチクル室 15、投影光学系 PL、及びウエハ室 40 の内部では低吸収性ガス中の吸収性ガス等の不純物の含有濃度が 1 ppm 未満に維持される。

【0154】上記のガス純度維持状態（ガス純度維持時）において、主制御装置 70 では、ガス純度モニタ 21 内のガスセンサの検出値を常時モニタし、この検出値に応じて分流装置 22 の調整弁を前述した基準に従って常時調整し、照明系ハウジング 2、レチクル室 15、投影光学系 PL、及びウエハ室 40 の内部の低吸収性ガスの純度を所定範囲に維持している。また、ガス純度維持時においても、ガス純度モニタ 21 は、常時回収ガスのガス純度を監視し、その回収ガス中の吸収性ガス等の不純物の濃度が所定値以上となったことを検知すると、第 2 排気ポート 21 c から回収ガスを排気する。

【0155】以上説明したように、本第 2 の実施形態に係る露光装置によると、ガス循環系 120 が、露光光（エネルギービーム）EL が透過する特性を有する高純度の低吸収性ガスを、その純度を所定の範囲内に維持しつつ、外部から補充しつつ、光源 1 とウエハ W との間のエネルギービームの光路上に位置する閉空間、具体的には照明系ハウジング 2、レチクル室 15、投影光学系 PL、及びウエハ室 40 に供給し、その低吸収性ガスの供給に応じて照明系ハウジング 2、レチクル室 15、投影光学系 PL、及びウエハ室 40 から排気されるガスを回収し、その回収ガスとガス供給装置 20' から補充される低吸収性ガスとを所定の経路を経て、照明系ハウジング 2、レチクル室 15、投影光学系 PL、及びウエハ室 40 に再び供給する。

【0156】このため、低吸収性ガスの大部分が照明系ハウジング 2、レチクル室 15、投影光学系 PL、及びウエハ室 40 で再利用されることとなり、低吸収性ガスの利用効率を向上して無駄な消費を抑制することができ

る。この場合、照明系ハウジング 2、レチクル室 15、投影光学系 PL、及びウエハ室 40 内に供給された低吸収性ガスは、吸収性ガス等の不純物が極端に多く含有される場合以外には、積極的に外部に排気されることがない。従って、前述した第 1 の実施形態に比べて、低吸収性ガスの利用効率の一層の向上、及び消費量の低減が可能である。

【0157】また、ガス循環系 120 により、照明系ハウジング 2、レチクル室 15、投影光学系 PL、及びウエハ室 40 に供給される低吸収性ガスの純度は所定の範囲内に維持されているので、照明系ハウジング 2、レチクル室 15、投影光学系 PL、及びウエハ室 40 内での露光光透過率の低下も防止することができる。

【0158】また、ガス循環系 120 は、照明系ハウジング 2、レチクル室 15、投影光学系 PL、及びウエハ室 40 から回収されるガスの少なくとも一部を純化し、該ガス中の低吸収性ガスの純度を上げるガス精製装置 23 と、ガス精製装置 23 を経由したガスが、ガス精製装置 23 を経由しなかった回収ガス、並びにガス供給装置 20' から補充される高純度の低吸収性ガスとともに供給され、それらの供給されたガス中の不純物を取り除くフィルタユニット 24 A（ケミカルフィルタを含む）を有し、前記ガスを所定温度に温度調節して照明系ハウジング 2、レチクル室 15、投影光学系 PL、及びウエハ室 40 内に供給する温調装置 24' とを備えている。このため、照明系ハウジング 2、レチクル室 15、投影光学系 PL、及びウエハ室 40 内には、化学的な不純物が取り除かれ温度調節がなされた純度の高い低吸収性ガスが循環供給されるので、照明系ハウジング 2、レチクル室 15、投影光学系 PL、及びウエハ室 40 内におけるエネルギービーム（露光光）の透過率の低下を効果的に抑制することができる。

【0159】また、この場合、温調装置 24' は、ガス供給装置 20' からの新たな低吸収性ガスと、回収されたガスとの温調用として共用されているので、ガス供給装置側に温調装置が不要となっている。

【0160】また、本第 2 の実施形態では、照明系ハウジング 2、レチクル室 15、投影光学系 PL、及びウエハ室 40 から回収されるガス中の不純物の濃度を監視するとともに、不純物の濃度が所定値より高い場合にはガスを外部に排気するガス純度モニタ 21 を備えていることから、ガス純度モニタ 21 により、照明系ハウジング 2、レチクル室 15、投影光学系 PL、及びウエハ室 40 から排気されるガス中の不純物の濃度が監視され、不純物の濃度が所定値以上のときはガスが外部に排気されるので、不純物があるレベル以上多いガスはガス精製装置 23 に供給されることがない。これにより、ガス精製装置 23 の寿命（フィルタの寿命又はクライオポンプのメンテナンス頻度）を延ばすことができる。

【0161】また、本第 2 の実施形態では、ガス循環系

120は、照明系ハウジング2、レチクル室15、投影光学系PL、及びウエハ室40内のガス（酸素等の吸収性ガスを多く含むガス）を低吸収性ガスに置換する初期ガス置換作業時に、照明系ハウジング2、レチクル室15、投影光学系PL、及びウエハ室40から排気されるガス中の不純物が所定の濃度以下となるまでの間は、ガスを回収することなく外部に排気する。このため、閉空間から排気されるガス中の不純物（吸収性ガス等）の濃度が高いときには、ガス循環系120によりガスが外部に排気されるので、照明系ハウジング2、レチクル室15、投影光学系PL、及びウエハ室40内に供給される低吸収性ガスの純度を極端に悪化させることなく、それらの閉空間内でのエネルギー（露光光）の透過率の低下を抑制することができる。

【0162】また、本第2の実施形態の露光装置でも、光源1からウエハW面に至る露光光ELの光路の全でが、露光光ELの吸収の少ない低吸収性ガスで置換された状態で露光が行われるので、照明光学系IOP及び投影光学系PLに入射する露光光ELの透過率（又は反射率）を高く維持することができ、高精度な露光量制御を長期に渡って行うことが可能になる。また、露光光ELとして、真空紫外光が用いられるので、投影光学系PLの解像力の向上が可能である。従って、長期に渡ってウエハ上にレチクルパターンを精度良く転写することができる。

【0163】なお、本第2の実施形態のガス循環系120の構成は、一例であって、本発明に係るガス循環系の構成がこれに限定されることは勿論である。例えば、上記実施形態のガス循環系120において、ガス供給経路（28、29、22、51、52A、52B）を取り去り、回収用配管28の出口側をガス純度モニタ21を介して（あるいは直接）ガス精製装置23の入口に接続し、該ガス精製装置23の出口を配管及びポンプ25を介して温調装置24'に接続しても構わない。このようにすると、回収用配管28で回収された回収ガスの全てがガス精製装置23に流入するため、上記実施形態に比べてガス精製装置23の寿命が短くなるが、温調装置24'から照明系ハウジング2、レチクル室15、投影光学系PL、及びウエハ室40に供給される低吸収性ガスの純度は却って高くなるので、各部屋（2、PL、15、40）に要求される低吸収性ガスの純度（ページ精度）をより確実に満足することができる。

【0164】また、例えば、温調装置24'のフィルタユニット24Aが非常に高性能なものであれば、ガス精製装置23も更に省略し、回収用配管28の出口側を、ガス純度モニタ21を介して（あるいはガス純度モニタを介すことなく）、ポンプ25を介して温調装置24'に接続することも可能である。

【0165】勿論、前述した第1の実施形態と同様に、ガス純度モニタ21も必ずしも設ける必要はない。但

10

20

30

40

50

し、この場合において、ガス精製装置を設ける場合は、前述したガス供給経路（28、29、22、51、52A、52B）を設けて、回収ガスの全てがガス精製装置に流入しないようにするとともに、少なくとも初期ガス置換時の酸素等を多く含む回収ガスがガス精製装置に送り込まれないようにすることが望ましい。その理由は、前述した通りである。

【0166】これまでの説明から明らかのように、本第2の実施形態では、照明系ハウジング2、レチクル室15、投影光学系PL、及びウエハ室40のそれぞれが、エネルギー源としての光源1とウエハWとのエネルギー（露光光）ELの光路上に位置する閉空間を構成し、ガス循環系120が、前記閉空間に対して、エネルギーが透過する特性を有する低吸収性ガスを、その純度を所定の範囲内に維持しつつ外部から補充しつつ供給するとともに、前記閉空間から排気されるガスを回収して前記閉空間に再び供給する場合について説明した。すなわち、本発明の第1室と第2室とが同一の閉空間とされた場合について説明した。しかしながら、これに限らず、例えば、前述した第1の実施形態と同様に、照明系ハウジング2、投影光学系PLにより第1室を構成し、第2室を例えばレチクル室15、ウエハ室40により構成し、ガス循環系は、第1室に対して、低吸収性ガスを、その純度を所定の範囲内に維持しつつ外部から補充しつつ供給するとともに、第1室から排気されるガスを回収して第2室に供給することとしても良い。

【0167】また、第1、第2室は、照明系ハウジング2、レチクル室15、投影光学系PL、及びウエハ室40等に限られるものではない。例えば、第1室及び第2室の内、少なくとも第1室は、エネルギーの光路上に存在する光学素子（例えばレンズ、ミラー等）の相互間の空間等であっても良い。かかる閉空間は、例えば照明光学系や投影光学系の内部に構成することができる。

【0168】また、これまでの説明から明らかのように、第2の実施形態では、ガス純度モニタ21内のガスセンサ、温調装置24'内の流量センサと、これらの検出値に基づいて、ガス分流装置22、ガス供給装置20'を制御する主制御装置70とによって、前記第2室から排気されるガスの戻り量に応じて、特定ガスを外部から補充しつつその純度を所定の範囲内に維持して第1室に供給するガス循環装置が実現されている。

【0169】また、上記第1の実施形態では、第1室及び第2室が外部に対して気密状態とされた気密室であり、また、第2の実施形態では閉空間が気密室である場合について説明したが、これは、各部屋、又は閉空間に対して外部から不純物を含む気体が混入するのを極力抑制する観点からこのようにしたものであるが、第1室及び第2室、並びに閉空間は必ずしも気密室である必要はない。

【0170】なお、上記各実施形態では、照明系ハウジ

39

ング 2、レチクル室 15、投影光学系 PL、及びウエハ室 40 の全てについて、低吸収性ガスをフローさせる場合について説明したが、これに限らず、各部屋の少なくとも一つは、初期ガス置換の終了後に、給気弁、排気弁を閉じて、その内部を所定の目標圧力に保つようにしても良い。この場合、主制御装置 70 では、給排気弁の開閉とポンプの作動停止のタイミングなどをガスセンサの出力に基づいて決定したりしても良い。

【0171】なお、所定の目標圧力としては、大気圧に対し 1~10% 程度高い気圧であることが望ましい。これは、照明系ハウジング 2、レチクル室 15、投影光学系 PL、及びウエハ室 40 内への外気の混入（リーク）を防止するという観点からは、内部の気圧を大気圧よりも高めに設定することが望ましい反面、内部の気圧をあまりに高く設定すると、気圧差を支えるためにそれぞれのハウジングを頑丈にしなければならず、重量化を招くためである。

【0172】なお、上記各実施形態では、光源として F<sub>2</sub> レーザ、Kr<sub>2</sub> レーザ、Ar<sub>2</sub> レーザ、ArF エキシマーレーザ等の真空紫外域のパルスレーザ光源を用いるものとしたが、これに限らず、KrF エキシマーレーザ光源を用いることは可能である。また、例えば、真空紫外光として上記各光源から出力されるレーザ光に限らず、DFB 半導体レーザ又はファイバーレーザから発振される赤外域、又は可視域の単一波長レーザ光を、例えばエルビウム (Er) (又はエルビウムとイッテルビウム (Yb) の両方) がドープされたファイバーアンプで増幅し、非線形光学結晶を用いて紫外光に波長変換した高調波を用いても良い。

【0173】例えば、単一波長レーザの発振波長を 1.51~1.59 μm の範囲内とすると、発生波長が 1.89~1.99 nm の範囲内である 8 倍高調波、又は発生波長が 1.51~1.59 nm の範囲内である 10 倍高調波が 出力される。特に発振波長を 1.544~1.553 μm の範囲内とすると、発生波長が 1.93~1.94 nm の範囲内の 8 倍高調波、即ち ArF エキシマーレーザ光とほぼ同一波長となる紫外光が得られ、発振波長を 1.57~1.58 μm の範囲内とすると、発生波長が 1.57~1.58 nm の範囲内の 10 倍高調波、即ち F<sub>2</sub> レーザ光とほぼ同一波長となる紫外光が得られる。

【0174】また、発振波長を 1.03~1.12 μm の範囲内とすると、発生波長が 1.47~1.60 nm の範囲内である 7 倍高調波が出力され、特に発振波長を 1.099~1.106 μm の範囲内とすると、発生波長が 1.57~1.58 μm の範囲内の 7 倍高調波、即ち F<sub>2</sub> レーザ光とほぼ同一波長となる紫外光が得られる。この場合、単一波長発振レーザとしては例えばイッテルビウム・ドープ・ファイバーレーザを用いることができる。

【0175】なお、投影光学系 PL としては、光源として ArF エキシマーレーザ光源あるいは KrF エキシマーレ

10

40

ーザ光源を用いる場合には、屈折光学素子（レンズ素子）のみから成る屈折系が主として用いられるが、F<sub>2</sub> レーザ光源、Ar<sub>2</sub> レーザ光源等を用いる場合には、例えば特開平 3-282527 号公報及びこれに対応する米国特許第 5,220,454 号などに開示されているような、屈折光学素子と反射光学素子（凹面鏡やビームスプリッタ等）とを組み合わせたいわゆるカタディオブトリック系（反射屈折系）、あるいは反射光学素子のみから成る反射光学系が主として用いられる。但し、F<sub>2</sub> レーザ光源を用いる場合に、屈折系を用いることは可能である。

20

【0176】また、投影光学系 PL を構成するレンズの素材（硝材）も使用する光源によって使い分ける必要がある。ArF エキシマーレーザ光源あるいは KrF エキシマーレーザ光源を用いる場合には、合成石英及びホタル石の両方を用いても良いが、光源として F<sub>2</sub> レーザ光源等の真空紫外光源を用いる場合には、全てホタル石を用いる必要がある。また、ホタル石以外に、フッ化リチウム、フッ化マグネシウム、及びフッ化ストロンチウムなどのフッ化物単結晶、リチウムカルシウム-アルミニウムの複合フッ化物結晶、リチウムストロンチウム-アルミニウムの複合フッ化物結晶や、ジルコニアム-バリウム-ランタン-アルミニウムから成るフッ化ガラスや、フッ素をドープした石英ガラス、フッ素に加えて水素もドープされた石英ガラス、OH 基を含有させた石英ガラス、フッ素に加えて OH 基を含有した石英ガラス等の改良石英を用いても良い。

30

【0177】なお、上記各実施形態では、ステップ・アンド・スキャン方式等の走査型露光装置に本発明が適用された場合について説明したが、本発明の適用範囲がこれに限定されることは勿論である。すなわちステップ・アンド・リピート方式の縮小投影露光装置にも本発明は好適に適用できる。

40

【0178】また、ウエハステージ WST、レチクル走査ステージ 14A の浮上方式として、磁気浮上ではなく、ガスフローによる浮上力を利用した方式を探用することも勿論できるが、かかる場合には、ステージの浮上用に供給するガスは、前記低吸収性ガスを用いることが望ましい。

50

【0179】なお、複数のレンズから構成される照明光学系、投影光学系を露光装置本体に組み込み、光学調整をするとともに、多数の機械部品からなるウエハステージ（スキャン型の場合はレチクルステージも）を露光装置本体に取り付けて配線や配管を接続し、レチクル室 15、ウエハ室 40 を構成する各隔壁等を組み付け、ガスの配管系を接続し、主制御装置 70 等の制御系に対する各部の接続を行い、更に総合調整（電気調整、動作確認等）をすることにより、上記実施形態の露光装置 100 等の本発明に係る露光装置を製造することができる。なお、露光装置の製造は温度およびクリーン度等が管理さ

れたクリーンルームで行うことが望ましい。

【0180】《デバイス製造方法》次に上述した露光装置及び露光方法をリソグラフィ工程で使用したデバイスの製造方法の実施形態について説明する。

【0181】図5には、デバイス（ICやLSI等の半導体チップ、液晶パネル、CCD、薄膜磁気ヘッド、マイクロマシン等）の製造例のフローチャートが示されている。図5に示されるように、まず、ステップ201（設計ステップ）において、デバイスの機能・性能設計（例えば、半導体デバイスの回路設計等）を行い、その機能を実現するためのパターン設計を行う。引き続き、ステップ202（マスク製作ステップ）において、設計した回路パターンを形成したマスクを製作する。一方、ステップ203（ウエハ製造ステップ）において、シリコン等の材料を用いてウエハを製造する。

【0182】次に、ステップ204（ウエハ処理ステップ）において、ステップ201～ステップ203で用意したマスクとウエハを使用して、後述するように、リソグラフィ技術等によってウエハ上に実際の回路等を形成する。次いで、ステップ205（デバイス組立てステップ）において、ステップ204で処理されたウエハを用いてデバイス組立てを行う。このステップ205には、ダイシング工程、ボンディング工程、及びパッケージング工程（チップ封入）等の工程が必要に応じて含まれる。

【0183】最後に、ステップ206（検査ステップ）において、ステップ205で作成されたデバイスの動作確認テスト、耐久テスト等の検査を行う。こうした工程を経た後にデバイスが完成し、これが出荷される。

【0184】図6には、半導体デバイスにおける、上記ステップ204の詳細なフロー例が示されている。図6において、ステップ211（酸化ステップ）においてはウエハの表面を酸化させる。ステップ212（CVDステップ）においてはウエハ表面に絶縁膜を形成する。ステップ213（電極形成ステップ）においてはウエハ上に電極を蒸着によって形成する。ステップ214（イオン打ち込みステップ）においてはウエハにイオンを打ち込む。以上のステップ211～ステップ214それぞれは、ウエハ処理の各段階の前処理工程を構成しており、各段階において必要な処理に応じて選択されて実行される。

【0185】ウエハプロセスの各段階において、上述の前処理工程が終了すると、以下のようにして後処理工程が実行される。この後処理工程では、まず、ステップ215（レジスト形成ステップ）において、ウエハに感光剤を塗布する。引き続き、ステップ216（露光ステップ）において、上で説明したリソグラフィシステム（露光装置）及び露光方法によってマスクの回路パターンをウエハに転写する。次に、ステップ218（エッチングステップ）において、レジストが残存している部分以外

の部分の露出部材をエッチングにより取り去る。そして、ステップ219（レジスト除去ステップ）において、エッチングが済んで不要となったレジストを取り除く。

【0186】これらの前処理工程と後処理工程とを繰り返し行うことによって、ウエハ上に多重に回路パターンが形成される。

【0187】以上説明した本実施形態のデバイス製造方法を用いれば、露光工程（ステップ216）において上記各実施形態の露光装置が用いられるので、長期間に渡り、露光光の透過率を維持して高精度な露光量制御が可能となり、精度良くレチクルのパターンをウエハ上に転写することができる。また、ヘリウムガス等の使用量を抑制することができるのでランニングコストを低減できる。従って、デバイスの歩留まりを低下させることなく、デバイスの生産性を向上させることができる。

#### 【0188】

【発明の効果】以上説明したように、本発明に係る露光装置及び露光方法によれば、露光光の透過率を維持しつつ、低吸収性ガスの利用効率を向上して無駄な消費を抑制することができるという優れた効果がある。

【0189】また、本発明に係るデバイス製造方法によれば、デバイスの生産性を向上することができるという効果がある。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施形態に係る露光装置の構成を概略的に示す図である。

【図2】図1の露光装置のガス供給系の構成を簡略化して示す図である。

【図3】図1の露光装置の制御系の主要な構成を示すブロック図である。

【図4】第2の実施形態に係る露光装置のガス循環系の構成を簡略化して示す図である。

【図5】本発明に係るデバイス製造方法の実施形態を説明するためのフローチャートである。

【図6】図5のステップ204における処理を示すフローチャートである。

#### 【符号の説明】

2…照明系ハウジング（閉空間、第1室、第2室）、14…レチクルステージ（マスクステージ）、15…レチクル室（閉空間、マスク室、第1室、第2室）、21…ガス純度モニタ（ガス純度監視装置）、22…分流装置（ガス供給経路の一部）、23…ガス精製装置、24…温調装置、24'…温調装置、28…回収用配管（ガス供給経路の一部）、29…配管（ガス供給経路の一部）、40…ウエハ室（閉空間、基板室、第1室、第2室）、51…配管（ガス供給経路の一部）、52A…配管（ガス供給経路の一部）、52B…配管（ガス供給経路の一部）、100…露光装置、110…ガス供給系、120…ガス循環系、IOP…照明光学系、EL…露光

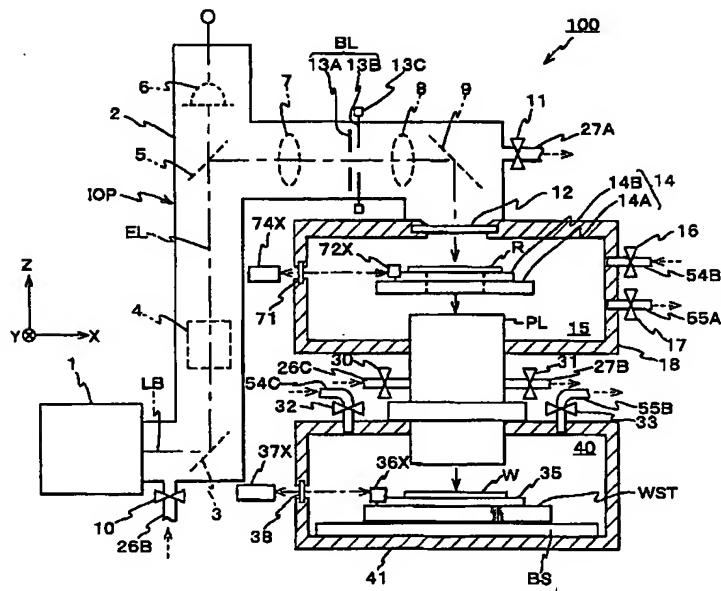
43

44

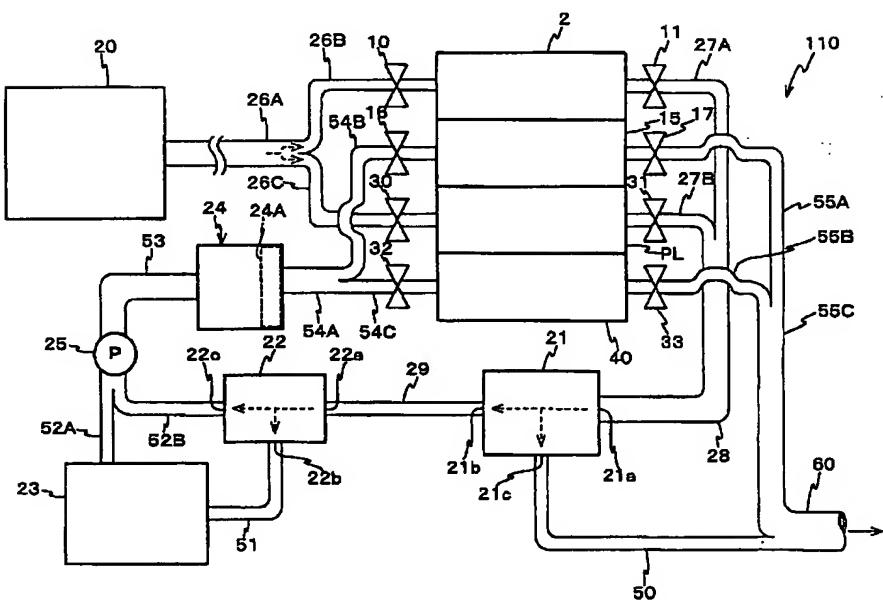
光(エネルギービーム)、R…レチクル(マスク)、PL…投影光学系(閉空間、第1室、第2室)、W…ウエハ

(基板)、WST…ウェハステージ(基板ステージ)。

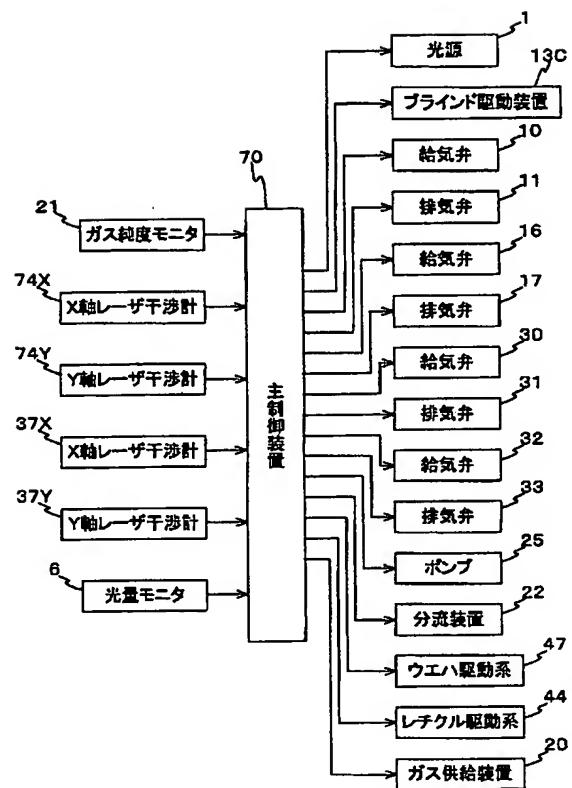
### 【図1】



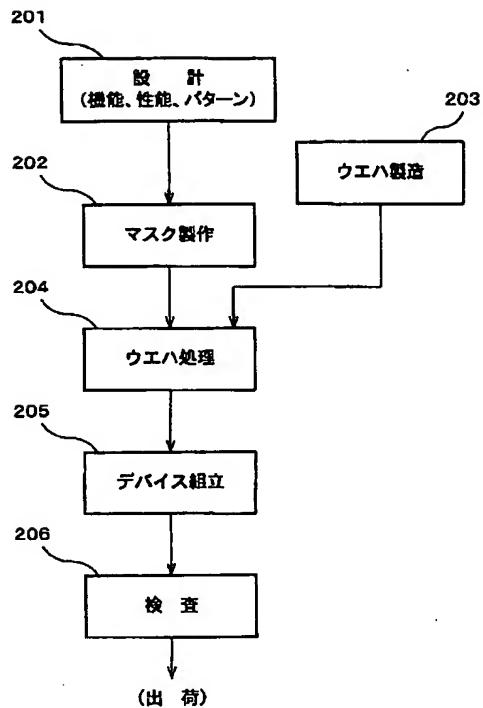
[図2]



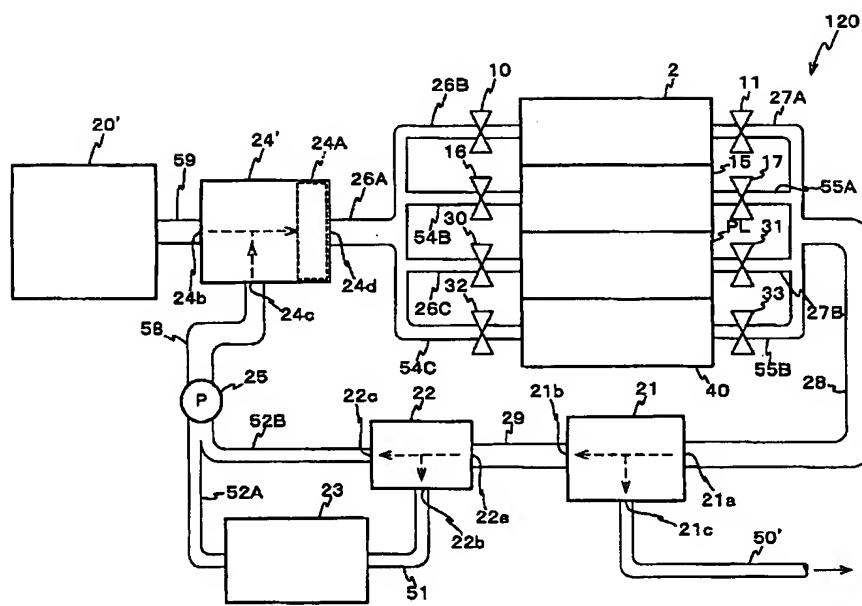
【図 3】



【図 5】



【図 4】



【図6】

